HEIDENHAIN

Programmier-Anleitung Fräsen V410-V420-V500

Master book

HEIDENHAIN NUMERIC B.V.
Eindhoven (NL)
Tel: 31.40.250 13 00
Fax: 31.40.250 13 01

20/04/2001

Erste Ausgabe Software Version V410-V420-V500 20/04/2001

© HEIDENHAIN NUMERIC B.V. EINDHOVEN, NIEDERLANDE 2001

Der Herausgeber übernimmt auf Basis den in dieser Anleitung enthaltenen Informationen keinerlei Verbindlichkeiten hinsichtlich Spezifikationen.
Für die Spezifikationen dieser numerischen Steuerung sei ausschließlich auf die Bestelldaten und die entsprechende Spezifikationsbeschreibung verwiesen.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, ganz oder nur auszugsweise, ist lediglich zulässig mit schriftlicher Zustimmung des Urheberrechtsinhabers.

Änderungen und Irrtum vorbehalten.
Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen können keine Ansprüche hergeleitet werden.

354 115-10 PS2523

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 1

1. EINFÜHRUNG 1

1.1 Vorwort 1
1.2 Handbücher 1
1.3 Software Version Abhängigkeit 1

2. ÄNDERUNGEN IN BEZUG AUF FRÜHERE VERSIONEN. 3

2.1 Änderungen in V500. 3
2.2 Änderungen in V420. 3
2.3 Änderungen in V410.00K 4
2.4 Änderungen in V410 (bis V410.00I) in bezug auf frühere Versionen. 4

3. ALLGEMEINE INFORMATION ZUM PROGRAMMIEREN 5

3.1 Teileprogramme 5
3.1.1 Programmwörter 6
3.1.2 Programmsätze 7
3.1.3 Erstellen ein Teileprogramm 8
3.1.4 Nullpunkte 9
3.2 Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen 12
3.2.1 Definieren von Koordinaten 14
3.2.2 Kartesische Koordinaten 14
3.2.3 Polarkoordinaten 15
3.2.4 Kombinieren von linearen und winkligen Koordinaten 16

4. ÜBER DIE VORLIEGENDE ANLEITUNG 17

4.1 Philosophie und Ziel dieser Anleitung 17
4.2 Inhalt der einzelnen Abschnitte 17
4.2.1 G-Funktionen 17
4.2.2 F-Funktion 17
4.2.3 H-Funktionen 17
4.2.4 M-Funktionen 17
4.2.5 S-Funktion 18
4.2.6 T-Funktion 18
4.2.7 E-Parameter 18
4.2.8 Geometrieberechnungen 18
4.2.9 Grafische Unterstützung 18
4.2.10 Maschinenkonstanten 18
4.2.11 Externe Auswahl eine Teileprogramme 18
4.3 Empfohlene Reihenfolge beim Lesen der Abschnitte zu den Programmier-Funktionen 18

5. G-FUNKTIONEN 21

5.1 G0 Eilgang 21

5.2 G1 Linearinterpolation 24
5.3 G2/G3 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn 35
5.4 G4 Verweilzeit....51
5.5 G6 Splineinterpolation 52
5.6 G7 Bearbeitungsebene schwenken....61
5.7 G8 Werkzeug nachführen....69
5.8 G9 Polpunkt (Maßbezugspunkt) definieren....74
5.9 G11 Ein-/Zwei-Punkt-Geometrie oder Zwei-Zug-Geometrie mit Fase oder Rundung 81
5.10 G14 Wiederholfunktion 95
5.11 G17 Bearbeitungsebene XY, Werkzeug Z 98
5.12 G18 Bearbeitungsebene XZ, Werkzeug Y 101
5.13 G19 Bearbeitungsebene YZ, Werkzeug X 104
5.14 G22 Makroaufruf....107
5.15 G23 Hauptprogrammaufruf....113
5.16 G25/G26 Vorschub- und Spindel- Override wirksam/nicht wirksam 115
5.17 G27/G28 Positionierfunktionen....116
5.18 G29 Bedingter Sprungbefehl 120
5.19 G36/G37 Anfangen/ Beenden Drehbetrieb 123
5.20 G39 Werkzeug-Aufmass aktivieren/deaktivieren 124
5.21 G40 Keine Werkzeugradiuskorrektur 128
5.22 G41/G42 Werkzeugradiuskorrektur (links/rechts) 132
5.23 G43/G44 Werkzeugradiuskorrektur bis/über Endpunkt....143
5.24 G45 Messen eines Punktes oder Werkzeugmaßen....147
5.24.1 G45 Messen eines Punktes....147
5.24.2 G45 + M25 Messen von Werkzeugmaßen....153
5.25 G46 Messen eines Vollkreises oder Messtasterkalibrierung....156
5.25.1 G46 Messen eines Vollkreises 156
5.25.2 G46 + M26 Messtasterkalibrierung 161
5.26 G49 Vergleich der Toleranzwerte....164
5.27 G50 Verrechnung der Messwerte....169
5.28 G51/G52 Löschen/Aktivieren Palettennullpunktverschiebung 181
5.29 G53/G54---G59 Löschen/Aktivieren Standard Nullpunktverschiebung....182
5.29.1 G53/G54---G59 Löschen/Aktivieren Standard Nullpunktverschiebung (MC84=0)....182
5.29.2 G54 Erweiterte Nullpunktverschiebung (MC84>0)....186
5.30 G61 Tangentiales Anfahren....191
5.31 G62 Tangentiales Wegfahren....196
5.32 G63/G64 Aufheben/Aktivieren der Geometrieberechnungen 201
5.32.1 Schnittpunkt zweier Geraden 203
5.32.2 Schnittpunkt Gerade-Kreis oder Kreis-Gerade....206
5.32.3 Schnittpunkt zweier Kreise 207
5.32.4 Zwei miteinander tangierende Geometrieelementen 209
5.32.4.1 Tangentenpunktanzeiger....209
5.32.4.2 Verbindungskreis zwischen Geraden und Kreis oder zwischen Kreis und Geraden 211
5.32.4.3 Verbindungskreis zwischen zwei nebeneinander liegenden Kreisen....213
5.32.4.4 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt....214
5.32.4.5 Verbindungskreis zwischen zwei konzentrischen Kreisen 215
5.32.5 Gerade Definitionen....216
5.32.5.1 Parallele Gerade....218
5.32.5.2 Schnittpunkt Indikator....219
5.33 G66/G67 Auswahl negative/positive Werkzeugrichtung 224
5.34 G70/G71 Maßeinheit Inch/Metrisch....227
5.35 G72/G73 Spiegeln und Maßfaktor aufheben/aktivieren 229
5.36 G74 Absolutposition....237
5.37 G77 Lochkreiszyklus....241
5.38 G78 Punktedefinition 246
5.39 G79 Zyklusaufruf 250
5.40 G81 Bohrzyklus 254
5.41 G83 Tieflochbohrzyklus 257
5.42 G84 Gewindebohrzyklus 262
5.43 G85 Reibzyklus....266

5.44 G86 Ausdrehzyklus ... 269
5.45 G87 Rechtecktaschenfräszyklus ... 272
5.46 G88 Nutenfräszyklus ... 278
5.47 G89 Kreistaschenfräszyklus ... 284
5.48 G90/G91 Absolut-/inkrementell Programmierung ... 289
5.48.1 G90/G91 Absolut /Inkrementell Programmierung ... 289
5.48.2 Wortweise Absolute /Inkrementell Programmierung ... 292
5.49 G92/G93 Nullpunktverschiebung inkrementelle oder absolute Rotation ... 294
5.50 G94/G95 Auswahl Vorschub Einheit ... 302
5.51 G96/G97 Konstante Schnittgeschwindigkeit ... 304
5.52 G98 Grafikfensterdefinition ... 305
5.53 G99 Grafik: Materaldefinition ... 307
5.54 G141 3D-Werkzeugkorrektur mit Dynamischem TCPM ... 309
5.55 G145 Lineare Messbewegung ... 321
5.56 G148 Abfragen Messtasterstatus ... 340
5.57 G149 Abfragen Werkzeug oder Nullpunktverschiebungswerte ... 342
5.58 G150 Ändern Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungswerte ... 346
5.59 G174 Werkzeug Rückzugbewegung ... 349
5.60 G180 Zylinderinterpolation aufheben oder Grundkoordinatensystem aktivieren ... 351
5.61 G182 Zylinderinterpolation aktivieren ... 353
5.62 G195 Grafikfensterdefinition ... 362
5.63 G196 Ende Grafikkonturbeschreibung ... 364
5.64 G197/G198 Anfang der Innen/Außenkonturbeschreibung ... 365
5.65 G199 Anfang Grafikkonturbeschreibung ... 373
5.66 G200---G208 Taschenzyklus ... 381
5.66.1 G200 Anfang Taschenzyklus ... 381
5.66.1.1 Einführung universeller Taschenzyklus ... 381
5.66.1.2 Programmstruktur ... 383
5.66.1.3 Verschieben, Drehen und Spiegeln einer Tasche ... 384
5.66.1.4 Gleiche Tasche in einem anderen Programm ... 385
5.66.1.5 Betrieb ... 386
5.66.1.6 Fehlermeldungen ... 388
5.66.2 G201 Anfang Taschenkonturzyklus ... 394
5.66.2.1 Makros für universellen Taschenzyklus ... 396
5.66.2.2 Makro zur Nachbearbeitung einer Taschenkontur ... 398
5.66.2.3 Ablauf der Makros an der Maschine ... 401
5.66.3 G202 Ende Taschenkonturzyklus ... 406
5.66.4 G203 Anfang der Taschenkonturbeschreibung ... 409
5.66.5 G204 Ende der Taschenkonturbeschreibung ... 412
5.66.6 G205 Anfang der Inselkonturbeschreibung ... 414
5.66.6.1 Beschreibung einer Inselkontur ... 415
5.66.7 G206 Ende der Inselkonturbeschreibung ... 419
5.66.8 G207 Beschreibung der Inselkontur in einem Makro ... 422
5.66.9 G208 Beschreibung einer Kontur als ein regelmäßiges Viereck ... 425

6. SPEZIFISCHE G-FUNKTIONEN FÜR MAKROS ... 431

6.1 Übersicht: ... 431
6.2 Fehlermeldung Funktionen ... 432
6.2.1 G300 Programmieren von Fehlermeldungen ... 432
6.2.2 G301 Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro ... 434
6.3 Ausführungs- Funktionen ... 435
6.3.1 G302 Radiuskorrektur Parameter überschreiben ... 435
6.3.2 G303 M19 mit programmierbarer Richtung ... 436
6.4 Abfrage Funktionen ... 437
6.4.1 G319 Abfrage aktive Technologie ... 437
6.4.2 G320 Abfrage aktuelle G-Daten ... 439
6.4.3 G321 Abfrage Werkzeugtabelle ... 443
6.4.4 G322 Abfrage Maschinenkonstantenwerte ... 445

6.4.5 G324 Abfrage aktuelle modale G-Funktion 446
6.4.6 G325 Abfrage aktuelle modale M-Funktion 448
6.4.7 G326 Abfrage aktuelle Achspositionswerte 450
6.4.8 G327 Abfrage aktuelle Betriebsart 452
6.4.9 G329 Abfrage eines programmierbaren kinematischen Elementes 453
6.5 Schreib Funktionen 454
6.5.1 G331 Schreiben in die Werkzeugtabelle 454
6.5.2 G339 Schreiben eines programmierbaren kinematischen Elementes 457
6.6 Formatierte Schreib Funktionen 459
6.6.1 Datei zum definieren eines Bereiches (Array). 459
6.6.2 E-Parameter Bereich (Array) 461
6.6.3 Konfigurationsdatei zum Definieren einer Datei oder eines Fensters (Anzeige / Eingabe). 462
6.6.4 G350 Schreiben ins Fenster 463
6.6.5 G351 Schreiben in eine Datei 466

7. WERKZEUGMESSZYKLEN FÜR LASERMESSEN 469

7.1 Allgemeine Hinweise 469
7.2 G600 Lasersystem: Kalibrieren 470
7.3 G601 Lasersystem: Länge vermessen 473
7.4 G602 Lasersystem: Länge und Radius vermessen 475
7.5 G603 Lasersystem: Einzelschneidenkontrolle 477
7.6 G604 Lasersystem: Werkzeugbruchkontrolle 479

8. WERKZEUGMESSZYKLEN FÜR MESSSYSTEMS TT130 481

8.1 Allgemeine Hinweise 481
8.2 G606 Kalibrierung des Messsystems TT130 482
8.3 G607 Werkzeuglänge vermessen TT130 484
8.4 G608 Werkzeugradius vermessen 488
8.5 G609 Werkzeug komplett vermessen 490

9. CYCLE DESIGN 493

9.1 Einführung 493
9.2 Beschreibung G-Funktion und Adressen (G5??.CFG) 495
9.2.1 Beispiel: G5??.CFG Datei (Definition G5??.CFG) 495
9.2.2 Beispiel: G550.CFG Datei 497
9.2.3 Erlaubte Adressen 498
9.3 Unterstützungsbilder 499
9.3.1 Bilder machen in *.DXF Format 499
9.3.2 Bilder machen in *.BMP Format 499
9.3.3 Farbkode 499
9.3.4 Linientypen 500
9.4 Ausführungsmakro 501
9.4.1 Beispiel: Ausführungsmakro 501
9.4.2 Erklärung 501
9.5 Einlesen von Zyklendateien in die CNC 502

10. TECHNOLOGISCHE BEFEHLE 503

10.1 F-Funktion 503
10.2 H-(Hilfs)-Funktion 508
10.3 M-Funktionen 509
10.3.1 M0 Programm Halt 509

10.3.2 M1 Wahlweiser Programmhalt ... 510
10.3.3 M3/M4 Spindel-EIN, Rechtlauf/Linkslauf ... 511
10.3.4 M5 Spindel Halt ... 512
10.3.5 M6 Automatischer Werkzeugwechsel ... 513
10.3.6 M7/M8 Kühlmittel Nr. 2 / Nr. 1 einschalten ... 515
10.3.7 M9 Kühlmittel ausschalten ... 516
10.3.8 M13/M14 Kühlmittel Nr. 1 einschalten und Spindel im Rechtslauf/Linkslauf ... 517
10.3.9 M19 Orientierter Spindel Halt ausführen ... 519
10.3.10 M25 Werkzeugmaß Messen ... 520
10.3.11 M26 Messtaster Kalibrieren ... 521
10.3.12 M24/M27/M28 Ein-/Ausschalten des Messtasters ... 522
10.3.13 M30 Teileprogramm-Ende ... 523
10.3.14 M41/M42/M43/M44 Auswahl Spindeldrehzahlbereich ... 524
10.3.15 M66 Manuellen Werkzeugwechsel ausführen ... 526
10.3.16 M67 Werkzeugkorrekturwerte ändern ... 528
10.4 S-Funktion ... 529
10.5 T-Funktion Werkzeugspeicher ... 530
10.5.1 T-Funktion ... 530
10.5.2 Werkzeugspeicher ... 534

11. E-PARAMETER UND ARITHMETISCHE FUNKTIONEN ... 541

11.1 E-Parameter ... 541
11.2 Arithmetische Funktionen ... 543

12. DREHBETRIEB ... 553

12.1 Einführung ... 553
12.2 Maschinenkonstanten ... 554
12.3 G36/G37 Einschalten/Beenden Drehbetrieb ... 555
12.4 G17 Ebene für Drehbetrieb (G17 Y1=1 Z1=2) ... 556
12.5 G94/G95 Erweiterung Auswahl Vorschub Einheit ... 557
12.6 G96/G97 Konstante Schnittgeschwindigkeit ... 558
12.7 Drehwerkzeuge in der Werkzeugtabelle definieren ... 559
12.8 G302 Werkzeugdaten überlagern ... 560
12.9 Unwuchtzyklen ... 562
12.9.1 Allgemeine Information ... 562
12.9.2 Beschreibung Unwucht ... 562
12.9.3 G691 Unwucht messen ... 563
12.9.4 G692 Unwucht kontrollieren ... 566
12.9.5 Beispiel Unwucht ... 567
12.10 Drehzyklen ... 568
12.10.1 G822 Zerspanen längs ... 569
12.10.2 G823 Zerspanen plan ... 571
12.10.3 G826 Zerspanen längs, schlichten ... 573
12.10.4 G827 Zerplanen plan, schlichten ... 575
12.10.5 G832 Ausdrehen längs ... 577
12.10.6 G833 Ausdrehen plan ... 579
12.10.7 G836 Ausdrehen längs, schlichten ... 581
12.10.8 G837 Ausdrehen plan, schlichten ... 583
12.10.9 G842 Einstechen axial ... 585
12.10.10 G843 Einstechen radial ... 587
12.10.11 G846 Einstechen axial, schlichten ... 589
12.10.12 G847 Einstechen radial, schlichten ... 591
12.11 Beispiele ... 593

13. G64 ERWEITERTE GEOMETRIEBERECHNUNGEN ... 597

13.1 Schnittpunkt 599
13.1.1 Schnittpunkt Gerade-Gerade 599
13.1.2 Schnittpunkt Gerade-Gerade als Endpunkt programmiert 602
13.1.3 Fase am Schnittpunkt Gerade-Gerade 605
13.1.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade 606
13.1.5 Rundung zwischen Geraden und Fase 607
13.1.6 Schnittpunkt Gerade-Kreis 608
13.1.7 Schnittpunkt Gerade-Kreis als Endpunkt programmiert 610
13.1.8 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis 612
13.1.9 Schnittpunkt Kreis-Gerade 614
13.1.10 Schnittpunkt Kreis-Gerade als Endpunkt programmiert 616
13.1.11 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade 618
13.1.12 Schnittpunkt Kreis-Kreis 620
13.1.13 Schnittpunkt Kreis-Kreis als Endpunkt programmiert 622
13.1.14 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis 624
13.2 Tangentenpunkt 625
13.2.1 Tangentenpunktanzeiger (R1=) 625
13.2.2 Tangentenpunkt Gerade-Kreis 625
13.2.3 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis 629
13.2.4 Tangentenpunkt Kreis-Gerade 630
13.2.5 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Kreis-Gerade 633
13.2.6 Tangentenpunkt Kreis-Kreis 634
13.2.7 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Kreis-Kreis 635
13.3 Kontinuierlicher Verbindungskreis zwischen Elementen die sich nicht schneiden/tangieren 636
13.3.1 Gerade und Kreis 636
13.3.2 Kreis und Gerade 638
13.3.3 Zwei Kreise nebeneinander 640
13.3.4 Ein Kreis innerhalb eines anderen 641
13.3.5 Konzentrische Kreise 642
13.4 G64 Geometrieberechnungen bei diskontinuierlichen Bewegungen 643
13.4.1 Rundung oder Verbindungskreisanzeiger (K1=) 643
13.4.2 Rundung bei Schnittpunkten 643
13.4.3 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade 644
13.4.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis 646
13.4.5 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade 647
13.4.6 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis 648
13.4.7 Tangierende Geraden (R1=) 649
13.4.8 Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis oder umgekehrt 650
13.4.9 Verbindungskreis zwischen einer Geraden und einem Kreis die sich nicht schneiden/tangieren 652
13.4.10 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen die nebeneinander liegen 654
13.4.11 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt 656
13.4.12 Verbindungskreis bei zwei konzentrischen Kreisen 658
13.5 Beispiele 659

14. BEILAGE 679

14.1 Schwenken der Bearbeitungsebene 679
14.1.1 Einführung 679
14.1.2 Maschinentypen 680
14.1.3 Kinematisches Modell 682
14.1.4 Bedienung 683
14.1.4.1 Handbetrieb 683
14.1.4.2 Anzeige 683
14.1.4.3 Auslese Achse / Stellachse 684
14.1.4.4 Referenzpunkt 684
14.1.4.5 Unterbrechung 684
14.1.5 Fehlermeldungen 684
14.1.6 Maschinenkonstanten 685
14.2 Look Ahead Feed (LAF) Funktion 686

14.2.1 Einführung 686
14.2.2 Spezifische Beschreibung 686
14.3 Grafische Unterstützung 688
14.3.1 Synchrongrafik 688
14.3.2 Grafische Simulation 688
14.3.3 Grafische Programmierunterstützung 690
14.4 Maschinenkonstanten 692
14.5 Externe Auswahl eines Teileprogramms 695

INDEX 697

1. Einführung

1.1 Vorwort

Sehr geehrter Kunde,

Die vorliegende Anleitung soll Sie beim Programmieren der Steuerung unterstützen.

Ohne die **erforderliche Ausbildung** - innerbetrieblich, durch Berufsfortbildungs-Institute oder in einem der Schulungszentren - darf niemand auch nur kurzfristig an der Maschine arbeiten.

Beachten Sie die Hinweise zum bestimmungsgemäßen Gebrauch.

Über Maschinenkonstanten erfolgt die Anpassung der Steuerung an die Maschine. Dem Anwender ist ein Teil dieser Konstanten zugänglich. **Vorsicht!**
Für Änderungen der Konstanten müssen deren Bedeutung sowie Funktionen gut verstanden werden. Ansonsten wenden Sie sich bitte an unseren Kundendienst.

Der Anwender sollte seine Programme und spezifischen Daten (z.B. Technologiedaten, Maschinenkonstanten usw.) immer auf seinen PC oder auf Diskette auslesen. Somit kann verhindert werden, dass bei defektem System oder defekter Stützbatterie Daten unwiderruflich verloren gehen.

Änderungen in der Konstruktion, in der Ausstattung und im Zubehör bleiben im Interesse der Weiterentwicklung vorbehalten. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen können deshalb keine Ansprüche hergeleitet werden. Irrtümer vorbehalten.

1.2 Handbücher

Es ist unmöglich die Inbetriebnahme, Anpassung, Bedienung und Programmierung des CNC-Systems hinreichend in einem Handbuch zu beschreiben. Mehrere Handbücher sind unumgänglich. Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht über die einzelnen CNC-Anleitungen.

- -Steuerungshandbuch
- -CDS Manual (CNC Data Station Manual)
- -Installation Manuals
- -Interfacing
  - -MIPS (Machine Interface Programming System.)
  - -Basic IPLC Programm

1.3 Software Version Abhängigkeit

Beachten Sie bei Steuerungen mit einer Software Version V410, dass die Funktionserweiterungen der V420\V500, so wie beschrieben in Kapitel 2, nicht verfügbar sind.

2. Änderungen in bezug auf frühere Versionen.

2.1 Änderungen in V500.

Die Versionen V420 und V500 sind vor der Programmierung identisch. Nur die Hardware ist unterschiedlich.

2.2 Änderungen in V420.

Hinzugefügt:

- Dynamisches TCPM **(G141)**
- Werkzeug Rückzugbewegung **(G174)**
- M19 mit programmierbarer Richtung **(G303)**
- Abfrage aktuelle G-Daten **(G320)**
- Abfrage Programmierbare kinematische Elemente **(G329)**
- Schreiben Programmierbare kinematische Elemente **(G339**)
- Schreiben ins Fenster **(G350**)
- Schreiben in eine Datei **(G351)**

- **Drehen**

G17	erweitert
G36 und G37	Drehbetrieb
G94 und G95	erweitert
G96 und G97	Konstante Schnittgeschwindigkeit
G302	Überschreiben Radiuskorrektur Werkzeug Orientierung
G691	Unwucht erfassen
G692	Unwucht kontrollieren
G822, G823, G826 und G827	Zerspanen
G832, G833, G836 und G837	Ausdrehen
G842, G843, G846 und G847	Einstechen

Geänderte Funktionen:

- Anfang Konturbeschreibung **(G198)** erweitert mit I1 Adresse.
- Anfang Grafikkonturbeschreibung **(G199)** erweitert mit B=4.
- Abfrage aktive Technologie **(G319)** erweitert mit S1 Adresse.
- Abfrage Werkzeugtabelle **(G321)** erweitert mit O Adresse.
- Abfrage aktuelle modale G-Funktion **(G324)** erweitert.
- Schreiben in die Werkzeugtabelle **(G331)** erweitert mit O Adresse.
- In Cycle Design ist die Anzahl von möglichen Adressen erweitert und OPTIONAL und ACTIVE ist zugefügt.
- Berechnungen für E-Parameter erweitert mit den Funktionen, floor(E2), ceil(E2) round(E2,n), mod(E2,E3), sign(E2), atan(E2,E3), acos(E2,E3) und asin(E2,E3)

2.3 Änderungen in V410.00K

Hinzugefügt:

-**G66 und G67** Auswahl negative/positive Werkzeugrichtung

Geänderte Funktionen:

- Werkzeug schwenken (**G8)** erweitert mit Adresse L3=
- Beschleunigungsreduzierung (I6=.. in **G27/G28)**
- Adressen und Schlag Ermittlung zugefügt in Lasermesszyklen **(G600-G604).**

2.4 Änderungen in V410 (bis V410.00I) in bezug auf frühere Versionen.

Hinzugefügt:

- **G8** Werkzeugrichtung schwenken
- **G327** Abfrage aktiver Betriebsart
- **G600-G609** Werkzeugmesszyklen für Lasermessen und TT130
- **Cycle Design**

Geänderte Funktionen:

- Berechnung Rundachsenradius **(G0/G1)**
- Programmierbare Konturgenauigkeit **(G28)**
- Gewindebohren beim aktive G7 in Hauptebene auch mit offenem Regelkreis **(G84)**
- Rücksetzfunktion **(G93)**
- Aktivieren Rundachsen Berechnung **(G94)**
- Modale G-Funktion **(G324)** ist erweitert mit I1=28.

3. Allgemeine Information zum Programmieren

3.1 Teileprogramme

Ein Teileprogramm ist die vollständige Sammlung von Daten und Anweisungen, die für die Herstellung eines Werkstückes auf einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine erforderlich sind.

Die Anweisungen können unterschiedliche Operationen beinhalten, z.B. Fräsen, Bohren, Gewindebohren usw. Jede Einzeloperation gilt als eine Einheit und lässt sich in Teilanweisungen zerlegen. Ein Programmsatz stellt eine vollständige Operation dar, die Wörter in einem Programmsatz definieren die Teilanweisungen.

Die richtige Bearbeitungsfolge sowie sämtliche Einzelanweisungen müssen im Teileprogramm festgelegt sein. Beispiele von Einzelanweisungen sind Werkzeugbewegungen, Maschinenfunktionen und Technologiedaten.

Ein Teileprogramm kann erst ausgeführt werden, nachdem es im CNC-Systemspeicher abgelegt ist. Ein Teileprogramm kann in mehrfacher Weise erzeugt und abgespeichert werden:

1. Durch interaktive Konturprogrammierung (ICP) für komplexe Konturen
2. Durch interaktive Teileprogrammierung (IPP) für Frästeile ohne Kenntnisse von DIN-Programmierung
3. Durch manuelle Programmeingabe über das Bedienfeld
4. Durch Einlesen eines mit Hilfe eines Datenendgerätes erzeugten Datenträgers (z.B. Loch streifen, Magnetbandkassette, Diskette) in den CNC-Speicher.

3.1.1 Programmwörter

Die CNC Pilot-Steuerung verwendet das Standard CNC-Wort-Adress-System. Ein nach diesem System definiertes Wort besteht aus zwei Teilen:

1. Der Adresse, d.h. einer Einzeladresse (einem Buchstaben) oder einer indexierten Adresse. Eine indexierte Adresse besteht aus einem Buchstaben gefolgt von einem Index und dem Zeichen =, z.B. E1=.

2. einer mehrstelligen Zahl.

Führende Nullen können bei allen Wörtern entfallen. Ist aber der Wert eines Wortes gleich Null, so muss mindestens eine Null geschrieben werden.

Wörter die Weginformationen darstellen können ein Vorzeichen (+ oder -) aufweisen. Wenn kein Vorzeichen programmiert ist, so wird ein positiver Wert angenommen. Negative Werte müssen immer ein Minuszeichen aufweisen. Wegbefehle können mit Dezimalpunkt geschrieben werden. Nachfolgende Nullen können somit entfallen. Wenn kein Dezimalkomma programmiert ist, so nimmt die CNC an, dass dieser jeweils hinter der letzten Stelle der Zahl steht.

MODALE WÖRTER

Ein modales Wort bleibt nach seiner Ausführung wirksam, bis es überschrieben oder rückgesetzt wird.

NICHT MODALE WÖRTER

Ein nicht modales Wort ist nur wirksam im Satz in dem es enthalten ist. Bei Bedarf muss es erneut programmiert werden.

Beispiel eines Einzelwortes und eines indexierten Wortes

Einzelwort : X-21.43
"X" ist die Adresse, "-" das Vorzeichen und "21.43" die Dezimalzahl.

Indexiertes Wort: X1=-21.43.
"X1=" ist die Adresse, "-" das Vorzeichen und "21.43" die Dezimalzahl.

3.1.2 Programmsätze

Ein Programmsatz kann aus mehreren Wörtern bestehen, die als eine Einheit betrachtet werden und alle Informationen enthalten, die für die Ausführung einer vollständigen Operation erforderlich sind. Diese Operation kann eine Werkzeugbewegung sein oder eine Maschinenfunktion oder aber eine Kombination von beiden.

Das CNC Pilot System verwendet ein variables Satzformat, d.h. die Satzlänge kann für jeden Satz verschieden sein, infolge von unterschieden in der Anzahl oder der Länge der Wörter. Ein Programmsatz kann bis zu 255 Zeichen enthalten.

Das erste Wort in einem Programmsatz ist immer das N-Wort. Die Reihenfolge der weiteren Wörter ist frei wählbar. Die empfohlene Reihenfolge für häufig verwendete Wörter geht aus dem Beispiel hervor.

Jedes Wort darf nur einmal in einem bestimmten Satz vorkommen. Wörter wie E1= und E2= haben unterschiedliche Adressen und dürfen somit im gleichen Satz vorkommen.

Die einzelnen Sätze auf einem Datenträger werden mit dem Zeichen für Zeilenvorschub [LF] von einander getrennt.

Beispiel eines Programmsatzes

N20 G1 X14 Z62.5 F300 S200 T12 M3

N20: Satznummer

G1: Wegbedingung

X14 und Z62,5: Weginformation

Technologie- und Maschinendaten wie Spindeldrehzahl (S), Vorschub (F), Werkzeugauswahl (T) und Spindeldrehrichtung (M3/M4) können ebenfalls im Satz enthalten sein.

DIE SATZNUMMER N

Das erste Wort in einem Programmsatz ist die Satznummer. Sie kennzeichnet den Satz. Jeder Satz hat seine eigene Nummer. Die Satznummern liegen im Bereich NO bis N9999999.

Es ist allgemein üblich, eine bestimmte Satznummer nur einmal im selben Programm zu verwenden. Die automatische Satznummerprüfung wird über eine Maschinenkonstante oder im BTR-Betrieb ausgeschaltet. Ausschalten über Maschinenkonstante wird angewendet bei größeren Programmen, die nicht im BTR-Betrieb ausgeführt werden.

Die Reihenfolge der Satznummern im Programm ist frei wählbar. Die Ausführung der Sätze erfolgt in der programmierten Reihenfolge. Beispiel:

Programmierte Reihenfolge: N10, N50, N30
Ausführung in der Reihenfolge: N10, N50, N30

Mit der Funktion "Neu nummerieren" lassen sich die Satznummern automatisch in aufsteigender Reihenfolge - beginnend mit N1 - neu durchnumerieren.

Bei der Eingabe von Programmsätzen über das Bedienfeld werden die Satznummern automatisch vom CNC-System erzeugt.

3.1.3 Erstellen ein Teileprogramm

PROGRAMMKENNUNG

Jedes Teileprogramm oder Unterprogramm muss mit einer Kennummer (einer Zahl zwischen 1 bis 9999999) anfangen.

Die Zahlen 1, 125, 9001, 12345, 876543, 3451592, zum Beispiel, sind gültige Kennummern.

Zum Ändern der Kennummern ist die Funktion "Umbenennen" vorgesehen.

Der Name eines Teileprogramms kann zwischen den Zeichen für Anmerkungsbeginn "(" und Anmerkungs-Ende ")" geschrieben werden, unmittelbar nach der Kennummer. Die Namen werden bei der Darstellung des Dateiverzeichnisses am CNC-Bildschirm aufgelistet.

Beispiel einer Teileprogrammkennung mit Namen
N9001 (Platte NR. A334)

Für frühere CNC-System (Kompatibilität) ist nachfolgende Teileprogrammkennung möglich (für Programmen %PM... und Makros %MM.)
%PM9001
N9001 (Platte NR. A334)

Diese Programme werden automatisch vom CNC-System erkannt und korrekt abgespeichert. Die Datenübertragung von der CNC nach draußen wird gesteuert über Maschinenkonstanten (MC795, MC799)

TEILEPROGRAMMAUFBAU

Zum Erstellen eines Teileprogramms benötigt der Programmierer folgende Informationen:
1. die Lage der Werkstückaufspannung und dem Spannmittel
2. der Bearbeitungsablauf
3. die für die Bearbeitung erforderlichen Werkzeuge
4. die zutreffenden Technologiedaten pro Werkzeug
5. die Werkstückmaße und die erforderlichen Bewegungen

Eine Beschreibung der Punkte 1 bis 4 würde den Rahmen dieser Anleitung sprengen.

Die Verfahrbewegungen an der Maschine sind eine Kombination von Werkzeug- und Werkstückbewegungen. Um die Programmierung zu vereinfachen wird angenommen, dass sämtlicher Bewegungen durch das Werkzeug ausgeführt werden. Der tatsächliche Bewegungsablauf ist von der Konfiguration von Werkzeugmaschine und Steuerung abhängig.

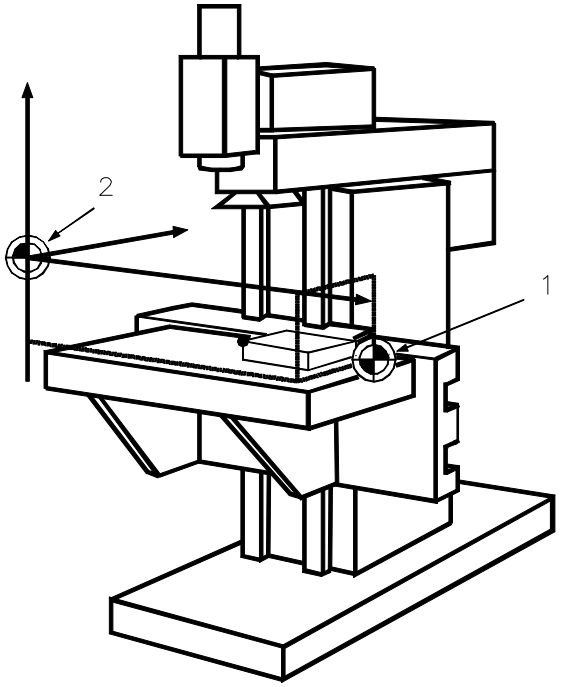
Auf dem Werkstück wird ein imaginäres Koordinatensystem gelegt, dessen Nullpunkt als Bezugspunkt der programmierten Bewegungen dient. Die Lage dieses Punktes wird durch den Programmierer so ausgewählt, dass sich ein Minimum an Programmierberechnungen ergibt. Für die Richtung der Koordinatenachsen siehe "Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen".

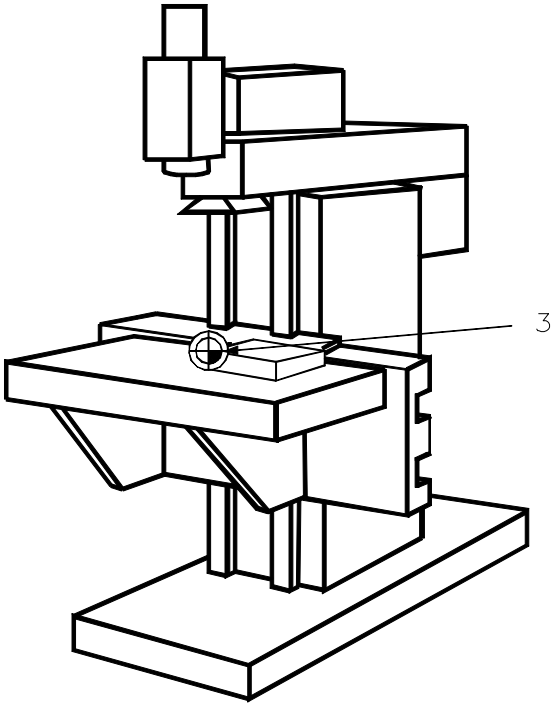
PROGRAMMSPEICHERUNG

Der Anwenderspeicher kann mehrere Teileprogramme oder Unterprogramme (Makros) speichern. Die tatsächliche Zahl der gespeicherten Programme und Makros hängt von der Größe der einzelnen Programme bzw. Makros ab, sowie vom verfügbaren Speicherraum. Die maximale Programmzahl wird über eine Maschinenkonstante mit 16 bis 1000 festgelegt.

Die gespeicherten Programme lassen sich mit der Funktion "Verriegelung" gegen unberechtigtes Editieren an der Steuerung schützen.

3.1.4 Nullpunkte

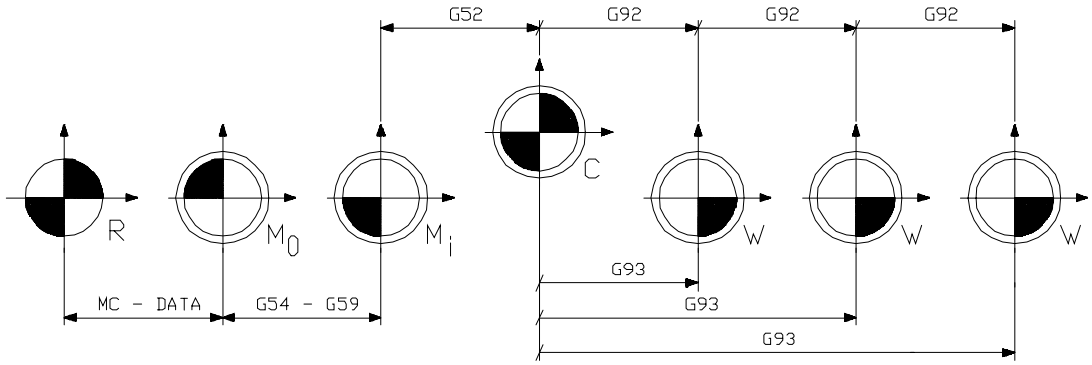




1 = Maschinenreferenzpunkt
2 = Maschinennullpunkt
3 = Programmnullpunkt

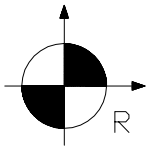
Nach dem Einschalten wird zuerst eine Referenzpunktsuche vorgenommen. Damit wird der Maschinennullpunkt festgelegt, da die Verschiebungsdaten vom Maschinennullpunkt (M0) zum maschinenfesten Referenzpunkt (R) über Maschinenkonstanten abgespeichert sind.

Der Teileprogrammierer legt einen auf dem Werkstück bezogenen Programmnullpunkt (W) fest, von dem aus den Werkstückmaße gemessen werden. Dieser Programmnullpunkt muss sich ebenfalls auf den Maschinennullpunkt beziehen, der mit den Funktionen G52 und/oder G54...G59 festgelegt werden kann.



1. Maschinenfesten Referenzpunkt (R)

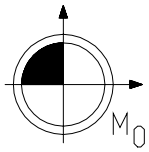
Jede Bewegungsachse einer Werkzeugmaschine hat einen festen Punkt, der als Referenzpunkt bezeichnet wird. Die Referenzpunkte aller Achsen zusammen bilden den maschinenfesten Referenzpunkt (R)



Während der Referenzpunktsuche (siehe Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch)) fährt das Werkzeug den Referenzpunkt der jeweiligen Achse(n) an. Wenn dieser Punkt erreicht ist, wird die Achse automatisch von der CNC genullt und werden die Positionen der Software-Endschalter festgelegt.

2. Maschinennullpunkt (M)

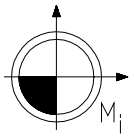
Der Maschinennullpunkt ist ebenfalls ein fester Punkt auf der Maschine.



Bei der Inbetriebnahme den CNC-System werden den Entfernungen in den Achsen vom maschinenfesten Referenzpunkt (R) zum Maschinennullpunkt (Mo) gemessen und in den Maschinenkonstantenspeicher abgelegt. Jede Achse hat dazu seine eigene Maschinenkonstante.

Nachdem der maschinenfesten Referenzpunkt über die Verfahren Referenzpunktsuche festgelegt ist, werden die betreffenden, im Maschinenkonstantenspeicher abgelegten Maßangaben von der CNC ausgelesen. Der Maschinennullpunkt (Mo) wird als Ursprung dem Koordinatensystem festgehalten. Die angezeigten Positionen beziehen sich auf diesen Nullpunkt.

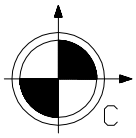
3. Sekundärer Maschinennullpunkt (Mi)



Hat die Werkzeugmaschine mehrere Aufspannstationen (z.B. Palettenstationen), so hat jede Aufspannstation ihren eigenen festen Nullpunkt. Diese festen Nullpunkte werden als sekundäre Maschinennullpunkte (Mi) bezeichnet.

Die Entfernungen in den Achsen vom Maschinennullpunkt (Mo) zu den sekundären Maschinennullpunkten (Mi) werden in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt. Die Funktionen G53...G59 oder G54 I[0..99] (ab V320) erlauben die Speicherung von bis zu sechs sekundären Nullpunkten.

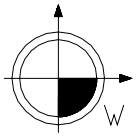
4. Aufspannungsnullpunkt (C)



Wenn ein sekundärer Nullpunkt (Mi) festgelegt ist, muss der Nullpunkt des Spannmittels bestimmt werden. Der Aufspannungsnullpunkt kann mit dem aktiven Nullpunkt Mi zusammenfallen oder aber mit der G52-Funktion "Istwert setzen" festgelegt werden.

Bei einem externen Programmaufruf mit Verschiebungsdaten wird der Nullpunkt C automatisch von der Steuerung festgelegt.

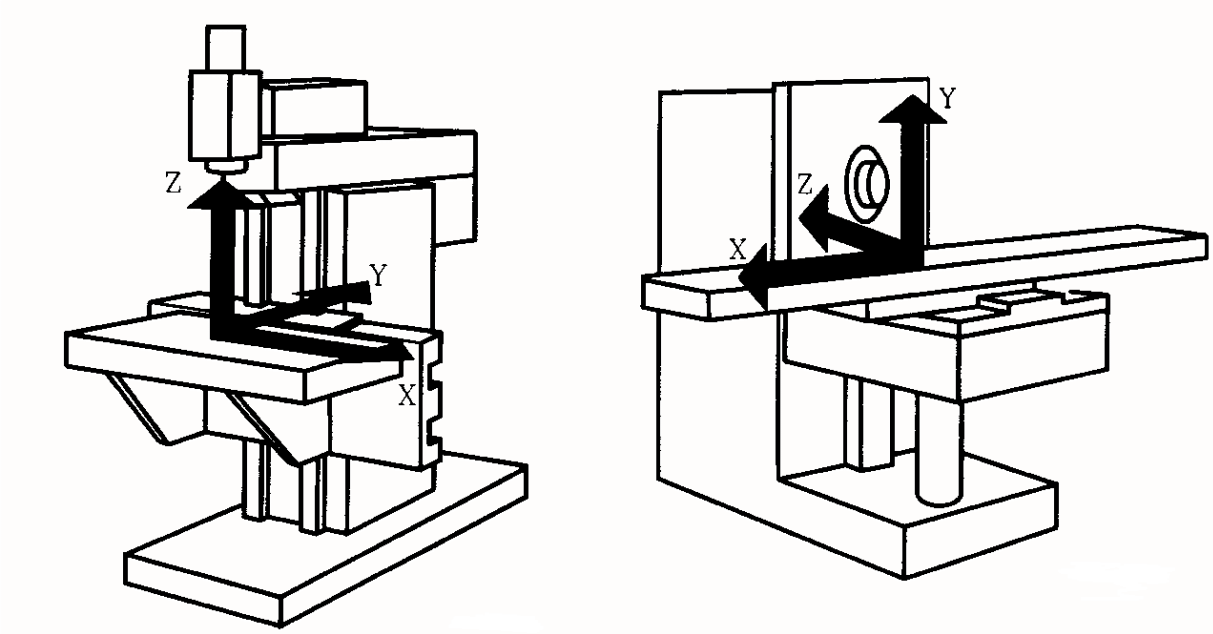
5. Programmnullpunkt (W)



Der Programmnullpunkt W ist der Nullpunkt von dem aus den Achsenkoordinaten im Teileprogramm gemessen werden. Die Lage von Punkt W kann durch den Programmierer frei gewählt werden. Es empfiehlt sich die Lage so zu wählen, dass zusätzliche Berechnungen zur Werkstückprogrammierung auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Die Beziehungen zwischen den Programmnullpunkten und dem Maschinennullpunkt werden mit G52, G54...G59, G54 I[0..99], G92/G93 festgelegt.

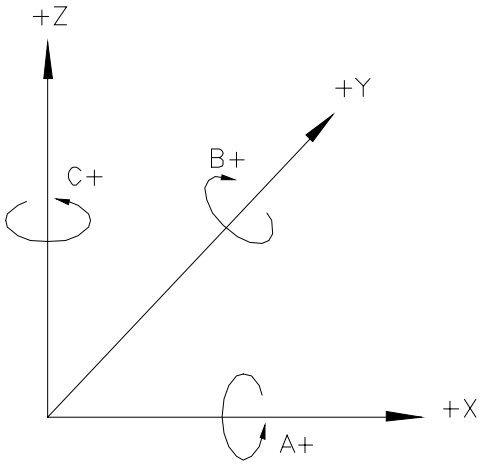
3.2 Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen



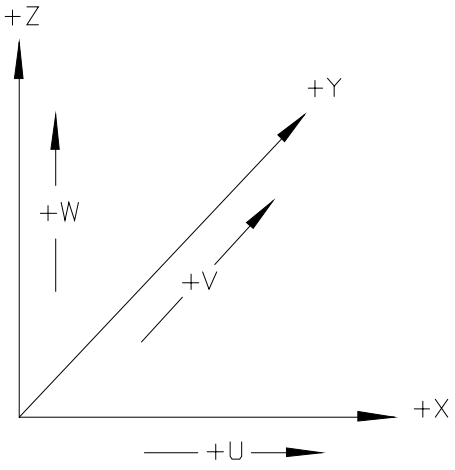
Vertikalfräsmaschine

Horizontalfräsmaschine

Eine Fräsmaschine hat drei lineare Hauptachsen (X, Y, Z) die einander senkrecht zugeordnet sind. Die Orientierung dieser Achsen wird von der Z-Achse bestimmt, die immer parallel zur Hauptspindel der Werkzeugmaschine verläuft. Die X-Achse hat den längsten Verfahrweg senkrecht zur Z- Achse. Jeder Hauptachse kann eine Drehachse und eine lineare Hilfsachse zugeordnet sein. Sie sind im folgenden dargestellt.



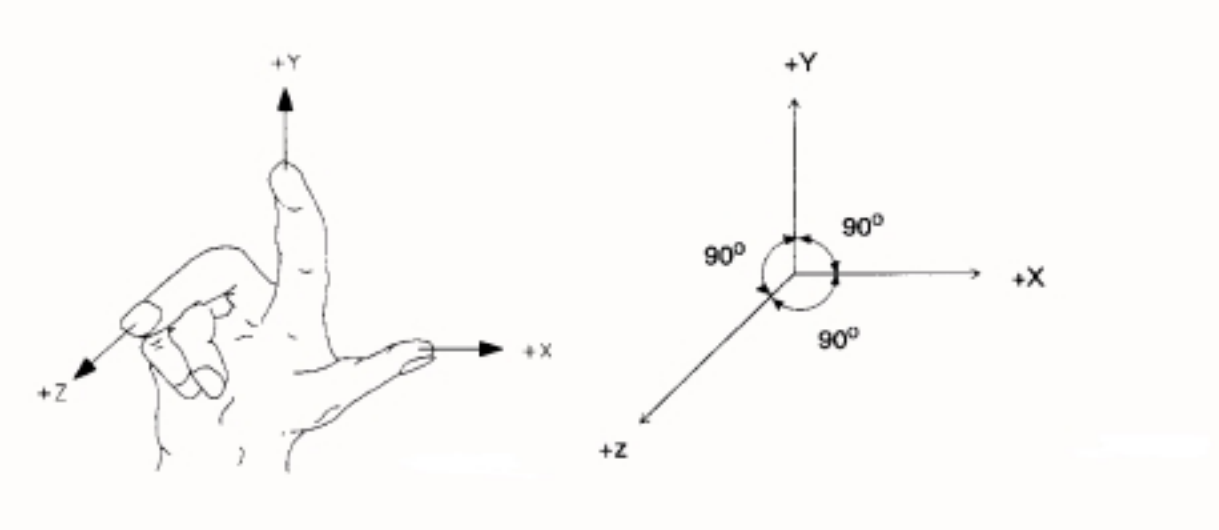
Drehachsen



Lineare Hilfsachsen

Orientierung der Hauptachsen für eine Vertikalfräsmaschine

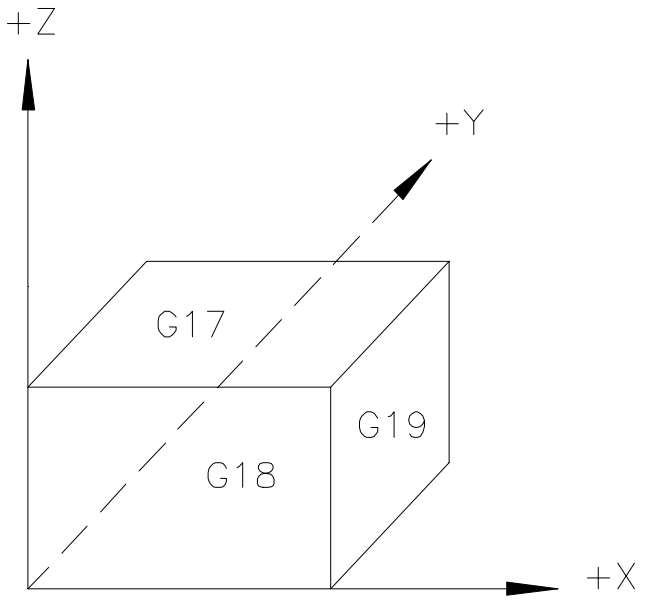
Die Lage der CNC-Werkzeugmaschinenachsen wird von den Normen ISO 841, DIN 66217 und EIA RS-267-A festgelegt. Zur Angabe der Orientierung sämtlicher CNC-Werkzeugmaschinenachsen wird von diesen Normen definierte Rechtehandregel verwendet.



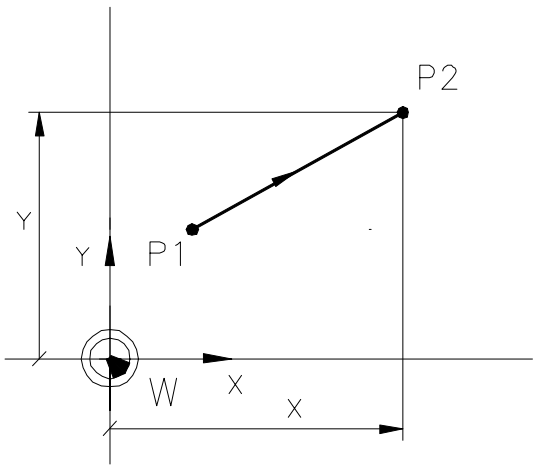
Der Daumen stellt die X-Achse dar, der Zeigefinger die Y-Achse und der Mittelfinger die Z-Achse. Die Richtung in der die Finger zeigen stellt die positive Richtung der entsprechenden Achse dar.

3.2.1 Definieren von Koordinaten

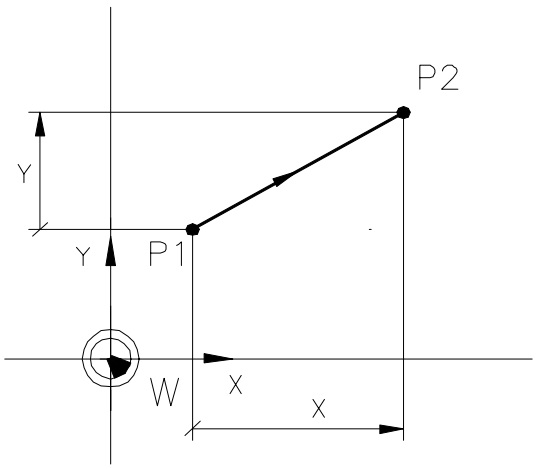
Die Verfahrwege entlang den Achsen definieren die Koordinaten von Punkten im Raum (3-D). Die Achsenkoordinaten liegen in einer von drei Ebenen (XY-Ebene, XZ-Ebene, YZ-Ebene).



3.2.2 Kartesische Koordinaten

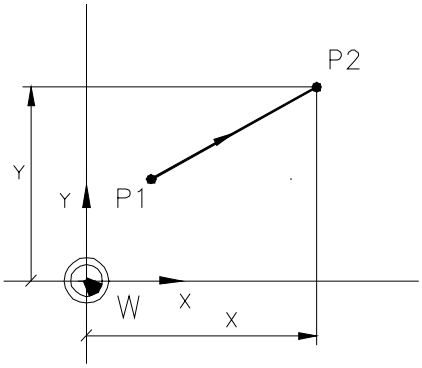


Absolute (G90) Koordinaten

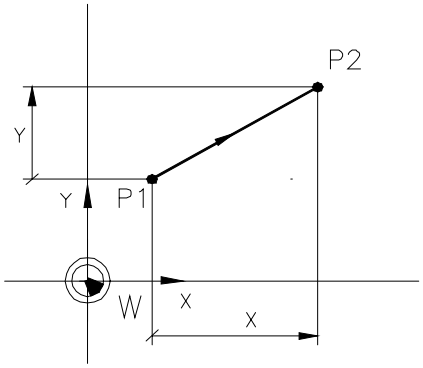


Inkrementelle (G91) Koordinaten

3.2.3 Polarkoordinaten

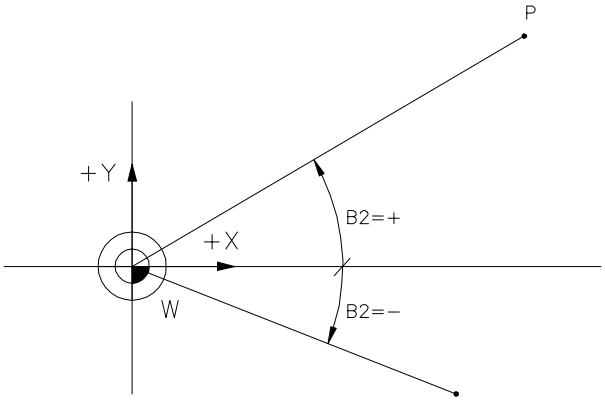


Absolute (G90) Koordinaten

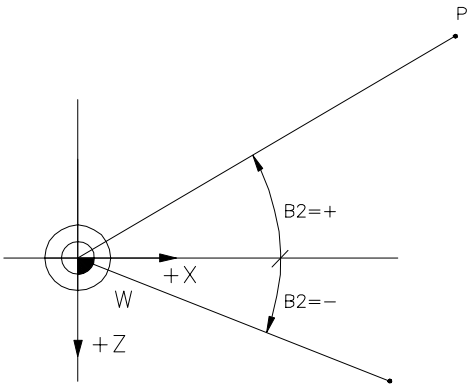


Inkrementelle (G91) Koordinaten

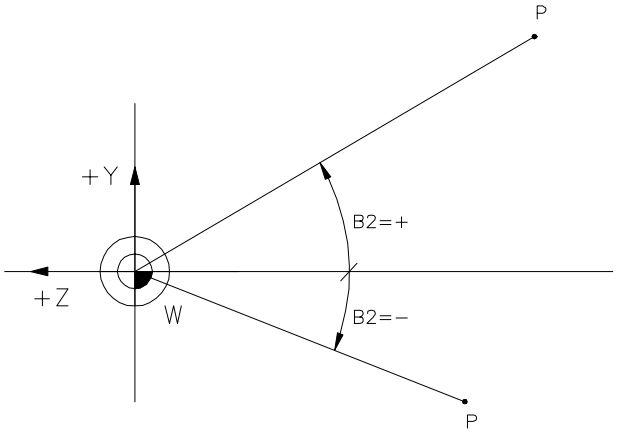
XY EBENE (G17)



XZ EBENE (G18)

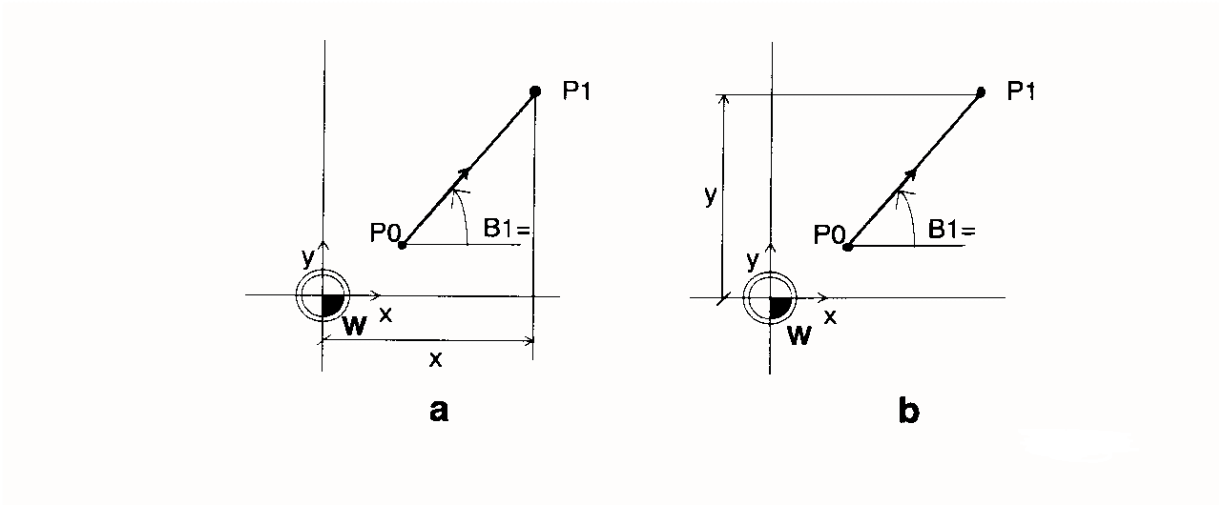


YZ EBENE (G19)

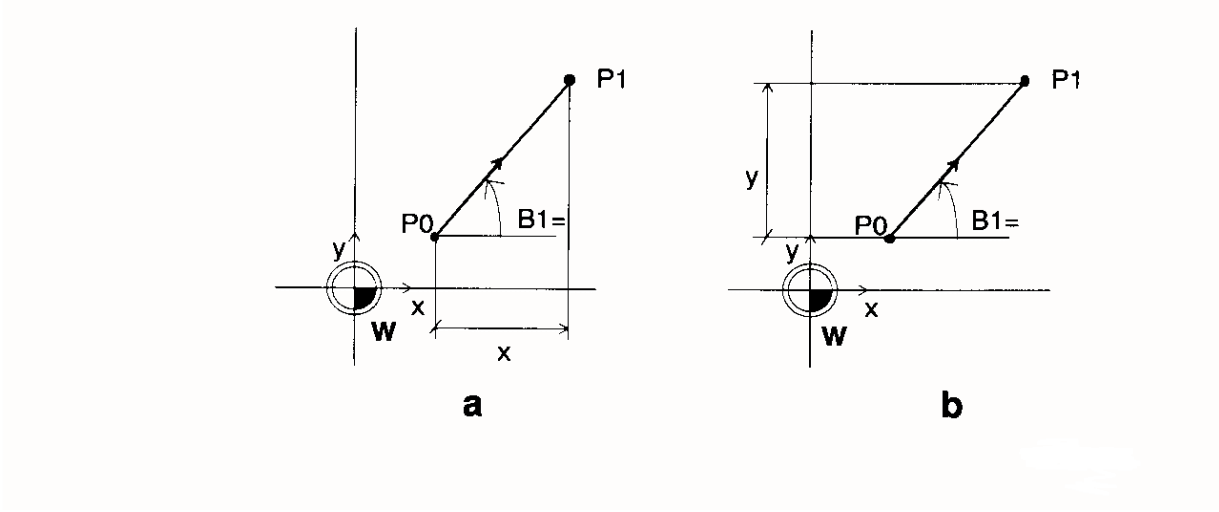


3.2.4 Kombinieren von linearen und winkligen Koordinaten

Eine Linearachsenkoordinate und eine winklige Koordinate bestimmen gemeinsam die Lage eines Punktes.



Absolute (G90) Koordinate



Inkrementelle (G91) Koordinaten

4. Über die vorliegende Anleitung

4.1 Philosophie und Ziel dieser Anleitung

Diese Anleitung bietet einen Zugriff auf umfassende Informationen über die Programme zum CNC Pilot-System.

Der Kern den in dieser Anleitung enthaltenen Referenzdaten findet sich in den Abschnitten über die G, F, H, M, S und T-Funktionen. Zusätzliche Informationen wie mathematische Operationen und Formeln sind in den Anhängen aufgeführt. Die Anwendung dieser Funktionen wird im folgenden erläutert.

4.2 Inhalt der einzelnen Abschnitte

4.2.1 G-Funktionen

Diese Funktionen dienen zur Vorbereitung der CNC-Werkzeugmaschine auf die Programmieranweisungen. Sie werden als Wegbedingungen bezeichnet. Die Einteilung der einzelnen Abschnitte zu den G-Funktionen sieht folgendermaßen aus:

Zweck
Der Grund weshalb die Funktion verwendet wird.

Format
Das Format des Programmsatzes der Funktion. Den unter dieser Überschrift verwendeten Konventionen wird im Abschnitt >>Einführung<< dieser Anleitung beschrieben.

Zugehörige Funktionen
Die Funktionen welche zur gleichen Funktionsgruppe gehören; sie können die Funktion löschen.

Parameter
Die Programmwörter welche den Wirkungsbereich der Funktion definieren, oder die Wörter welche programmiert werden können, wenn die Funktion wirksam ist.

Hinweise und Verwendung
Einzelheiten über die Verwendung der Funktion und unter welchen Umständen.

Beispiele
Beispiele praktischer Anwendungen der Funktionen.
Diese Funktion spezifiziert der Vorschub Möglichkeiten.

4.2.2 F-Funktion

Diese Funktion spezifiziert den Vorschub Möglichkeiten.

4.2.3 H-Funktionen

Diesen Funktionen werden vom Werkzeugmaschinenhersteller (nicht vom CNC-Hersteller) bestimmte Aufgaben zugeordnet. Angaben über die Anwendung dieser Hilfsfunktionen sind der betreffenden Dokumentation des Werkzeugmaschinenherstellers zu entnehmen.

4.2.4 M-Funktionen

Diese Funktionen wirken direkt auf den Maschinenbetrieb, z.B. Kühlmittelzufuhr ein/aus.

4.2.5 S-Funktion

Diese Funktion spezifiziert die Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min.

4.2.6 T-Funktion

Diese Funktion spezifiziert die Nummer mit der ein Werkzeug gewählt und dessen Abmessungen im CNC-Werkzeugspeicher abgelegt wird.

4.2.7 E-Parameter

E-Parametern sind Brauchbar für flexibel Programms. Ein Programm kann für mehrere Produkten benutzt werden.

4.2.8 Geometrieberechnungen

Geometrieberechnungen ist eine Funktion, womit der Bediener ein Programm machen kann, ohne Kenntnisse von den exakten Koordinaten von bestimmten Punkt.

4.2.9 Grafische Unterstützung

Grafische Unterstützung macht die Bewegungen von dem Werkzeug sichtbar.

4.2.10 Maschinenkonstanten

Dies Kapitel erklärt wie der Maschinenbauer die Maschine mit Maschinenkonstanten kann Optimalisieren.

4.2.11 Externe Auswahl eine Teileprogramme

Dies Kapitel erklärt der Gebrauch von automatischem Werkstück-Wechsler.

4.3 Empfohlene Reihenfolge beim Lesen der Abschnitte zu den Programmier-Funktionen

Grundlegendes zur CNC-Programmierung

Betriebsarten der Koordinaten-Messung

G90/G91 - Auswahl Absolutmaß/Inkrementalmass-Eingabe
G70/G71 - Auswahl Inch/Metrisch- Programmierung

Grund-Werkzeugbewegungen

G0 - Eilgang
G1 - Linearen Werkzeugbewegungen eine Vorschubgeschwindigkeit zuordnen
- Werkzeugbewegungen eine Vorschubgeschwindigkeit zuordnen (linear mit rotatorisch)
- Werkzeugbewegungen eine Vorschubgeschwindigkeit zuordnen (3D-interpolation)

G2/G3 - Kreisförmige Vorschubbewegung im Uhrzeigersinn/ Gegenuhrzeigersinn ausführen
G78 - Punktposition definieren

Radiuskorrektur

G41/G42	- Werkzeugradiuskorrektur (LINKS/RECHTS)
G43/G44	- Werkzeugradiuskorrektur ((BIS/ÜBER Endpunkt)
G40	- Radiuskorrektur löschen

Hauptebenen

G17	- Auswahl XY-Ebene (Werkzeug in Z-Achse)
G18	- Auswahl XZ-Ebene (Werkzeug in Y-Achse)
G19	- Auswahl YZ-Ebene (Werkzeug in X-Achse)
G7	- Bearbeitungsebene Schwenken

Positionier- und Vorschubfunktionen

G27/G28	- Löschen/Auswahl eines anderen Positioniersteuerungsmodus
G25/G26	- Vorschubkorrektur ein/ausschalten
G94/G95	- Maßeinheit der Vorschubgeschwindigkeit wechseln
G4	- Verweilzeit einfügen

Werkzeug- und Spindeldrehzahl- Funktionen

S	- Spindeldrehzahl
T	- Werkzeugnummer

Nullpunktverschiebungen

G51/G52	- Löschen/Aktivieren Palettennullpunktverschiebung
G53/G54-G59	- Löschen/Aktivieren der gespeicherten Nullpunktverschiebungen
G54 I[0..99]	- Aktivieren der gespeicherten Nullpunktverschiebungen
G92/G93	- Absolute/inkrementelle Nullpunktverschiebung

Grafische Simulation

G195	- Grafikfenster definieren
G196	- Grafische Definition beenden
G197	- Grafische Innenkontur definieren
G198	- Grafische Außenkontur definieren
G199	- Rohteil- oder Maschinenteilkontur definieren

Maschinenfunktionen

M3/M4	- Auswahl Spindeldrehung im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn
M5	- Spindeldrehung stoppen
M19	- Orientierter Spindelhalt ausführen
M7	- Kühlmittelzufuhr Nr. 2 einschalten
M8	- Kühlmittelzufuhr Nr. 1 einschalten
M9	- Kühlmittelzufuhr ausschalten
M13	- Kühlmittelzufuhr Nr. 1 einschalten und Spindeldrehung im Uhrzeigersinn starten
M14	- Kühlmittelzufuhr Nr. 1 einschalten und Spindeldrehung im Gegenuhrzeigersinn starten
M6	- Automatischen Werkzeugwechsel vornehmen
M66	- Manuellen Werkzeugwechsel vornehmen
M67	- Werkzeugkorrekturwerte ändern
M0	- Programmausführung stoppen
M30	- Programm-Ende

Geometriefunktionen

G11	- Fase oder Rundung einfügen
G63/G64	- Löschen/Aktivieren Geometrieberechnungen
G72/G73	- Löschen/Ausführen Vergrößern/Verkleinern oder Spiegeln
G9	- Polpunkt Definieren

Definierte Festzyklen

G79	- Festzyklus an einem Punkt ausführen
G77	- Festzyklus auf einem Kreis ausführen
G81	- Bohrzyklus definieren
G83	- Tieflochbohrzyklus definieren
G84	- Gewindebohrzyklus definieren
G85	- Reibzyklus definieren
G86	- Ausdrehzyklus definieren
G87	- Rechtecktaschenfräszyklus definieren
G88	- Nutenfräszyklus definieren
G89	- Kreistaschenfräszyklus definieren

Übertragung der Programmsteuerung

G14	- Sprung und Wiederholvorgang ausführen
G29	- Bedingten Sprung ausführen
G22	- Unterprogramm (Makro) ausführen
G23	- Weiteres Teileprogramm ausführen

E-Parameter und arithmetischen Operationen

Spezielle Funktionen

G141	- 3D-Werkzeug Korrektur aktivieren
G180/G182	- Löschen/Auswahl Zylinderinterpolation
G6	- Spline-Kurven berechnen
G8	- Werkzeug Schwenken

Messzyklen

G45	- Messen eines Punktes
G45 + M25	- Messen von Werkzeugmaße
G46	- Messen eines Vollkreises
G46 + M26	- Messtasterkalibrierung
G49	- Messtoleranzen prüfen
G50	- Verarbeiten der Messergebnisse
G145	- Ausführen der Grundmessung
G148	- Abfragen des Messtasterstatus
G149	- Abrufen der Werkzeugdaten und Verschiebungen
G150	- Ändern der Werkzeugdaten und Verschiebungen

Hilfsfunktionen

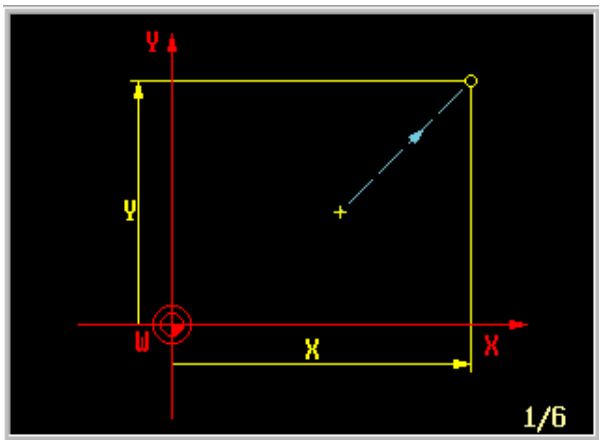
H

5. G-Funktionen

5.1 G0 Eilgang

Zweck

Verfahrbewegungen im Eilgang ausführen. Der Eilgang wird je Achse über eine Maschinenkonstante eingestellt. G0 wird vorwiegend zum Positionieren eines Werkzeuges vor und nach einem Arbeitsgang eingesetzt.



Format

N... G0 [Achsenkoordinaten]

Parameter

G	Eilgang
X	Endpunktkoordinate
Y	Endpunktkoordinate
Z	Endpunktkoordinate
A	Endwinkel
B	Endwinkel
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
?90=	Endpunkt abs. (X,Y,Z..)
?91=	Endpunkt inkr. (X,Y,Z..)
L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer

Modale Wörter

F, S, T, M, H, E..=
F1=, T1=, T2=
D (Winkel orientierter Spindelstop)

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G1, G2/G3, G6, G74
Wortweise Absolut-/Inkrementelle- Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Die Funktion G0 ist am Anfang eines Programms oder nach Softkey CNC rücksetzen oder Softkey Programm abbrechen automatisch wirksam.

LÖSCHEN

Die Funktion G0 wird durch G1, G2, G3, G6 gelöscht.

HALT NACH EINER EILGANGBEWEGUNG

Die Sollposition wird erreicht, bevor die nächste Bewegung beginnt, d.h. nach einer Eilgangbewegung wird ein Halt eingelegt.

KEIN HALT NACH EINER EILGANGBEWEGUNG

Nötigenfalls können Eilgangbewegungen ohne Halt ausgeführt werden.
G28 und Parameter I4= erlauben die Auswahl zwischen Ausführung der Eilgangbewegungen mit Halt (Einschaltstellung) und ohne Halt zwischen den Bewegungen.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28.

VERFAHRBEWEGUNGEN IN DER HAUPTEBENE

Die Eilgangbewegungen in der Hauptebene, d.h. der durch G17, G18 oder G19 definierten Ebene, wird unter voller Kontrolle des Linearinterpolators ausgeführt. Folglich wird eine Gerade gefahren.

POLARKOORDINATEN ODER EINE KOORDINATE UND EIN WINKEL

Die Positionen in der Hauptebene können auch mit Polarkoordinaten oder mit einer Koordinate und einem Winkel programmiert werden.

POSITIONIERLOGIK

Die Positionierlogik ist ein fester Bewegungsablauf, der durch die wirksame Hauptebene und die Bewegungen in der Werkzeugachse bestimmt wird.

Falls sich das Werkzeug zum Werkstück hinbewegt:

	G17 XY-EBENE	G18 XZ-EBENE	G19 YZ-EBENE
1. Bewegung	4. Achse	4. Achse	4. Achse
2. Bewegung	X und Y	X und Z	Y und Z
3. Bewegung	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

Falls sich das Werkzeug vom Werkstück wegbewegt:

	G17 XY-EBENE	G18 XZ-EBENE	G19 YZ-EBENE
1. Bewegung	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse
2. Bewegung	X und Y	X und Z	Y und Z
3. Bewegung	4. Achse	4. Achse	4. Achse

5. UND 6. ACHSE

Sind diese Achsen programmiert worden, so werden die Verfahrbewegungen in diesen Achsen gleichzeitig mit den Bewegungen in der 4. Achse ausgeführt.

WERKZEUG IN DER POSITIVEN RICHTUNG DER WERKZEUGACHSE (G66/G67)

Bei G67 weist das Werkzeug in der positiven Richtung der Werkzeugachse. Das bedeutet, dass eine Verfahrbewegung zum Werkstück hin in der positiven Richtung erfolgt. Die Positionierlogik wird entsprechend angepasst.

POSITIONIERLOGIK ABSCHALTEN

Manchmal wird die Positionierlogik nicht benötigt, z.B. wenn das Werkzeug auf eine Werkzeugwechselposition gefahren wird.

Nach Abschalten der Positionierlogik wird in allen Achsen gleichzeitig verfahren. Zum Abschalten der Positionierlogik wird die Funktion G28 und das Wort I5=1 eingesetzt. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28.

PARALLELACHSEN

Anstelle der Hauptachsen X, Y und Z können den parallel zu ihnen verlaufenden Linearachsen U, V und W, (falls an der Werkzeugmaschine vorhanden), verwendet werden. Bei diesen Achsen können nur kartesische Koordinaten eingesetzt werden.

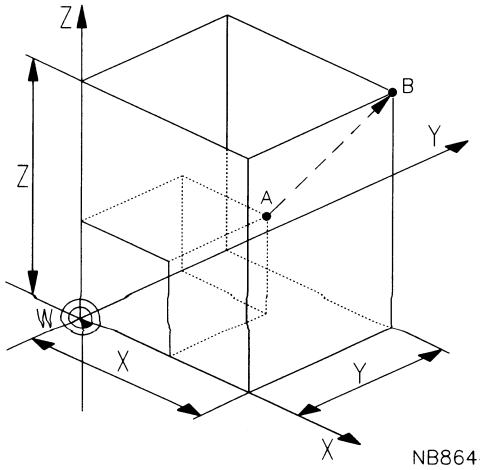
ORIENTIERTER SPINDEL-HALT (D.. M19)

Bei orientiertem Spindelhalt muss das D-Wort für den Offset-Winkel zusammen mit der Funktion M19 programmiert werden. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion M19.

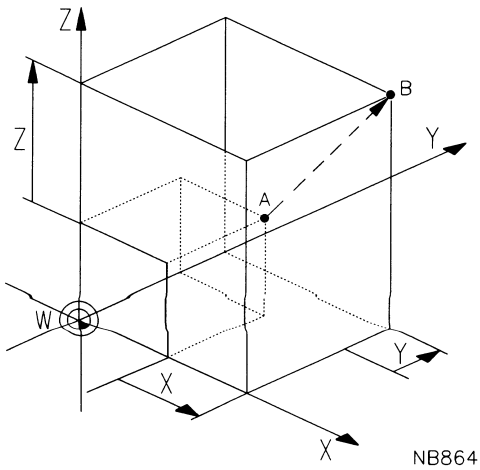
AUSGANGSPOSITION

Am Anfang eines Programms muss in einem Programmsatz für Verfahrbewegungen, jede aktive Achse programmiert werden. Dadurch ist gewährleistet, dass sich nach Programmstart auch wirklich jede Achse in der Ausgangsposition befindet.

Beispiel



NB8644



NB8645

Die Eilgangbewegung von Punkt A zu Punkt B kann folgendermaßen programmiert werden:

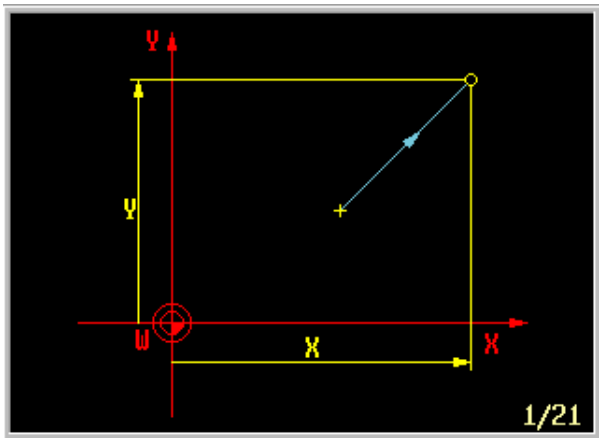
N... G0 X25 Y15 Z30

Die tatsächlichen Verfahrbewegungen sind:
- eine gleichzeitige Verfahrbewegung in den Hauptebene (X und Y);
- eine Verfahrbewegung in der Werkzeugachse (Z).

5.2 G1 Linearinterpolation

Zweck

Anweisung, dass alle linearen Verfahrbewegungen mit der angegebenen Vorschubgeschwindigkeit auszuführen sind.



Format

Bewegungen in der Hauptebene
N... G1 {X..} {Y..} {Z..} {F..}

3D-Interpolation
N... G1 X.. Y.. Z.. {F..}

Eine Drehachse
N... G1 {A..} {B..} {C..} {A40=..} {B40=..} {C40=..} {F...}

Bewegungen in mehreren Achsen
N... G1 {X..} {Y..} {Z..} {A..} {B..} {C..} {A40=..} {B40=..} {C40=..} {F..}

Parameter

G	Linearinterpolation
X	Endpunktkoordinate
Y	Endpunktkoordinate
Z	Endpunktkoordinate
A	Endwinkel
B	Endwinkel
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
?90=	Endpunkt abs. (X,Y,Z..)
?91=	Endpunkt inkr. (X,Y,Z..)
L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer
P2=	Punktedefinitionsnummer

P3=	Punktedefinitionsnummer
P4=	Punktedefinitionsnummer

Modale Wörter

A40=, B40=, C40=
F, S, T, M, H, E..=
F1=, T1=, T2=
D (Winkel orientierter Spindelstop)

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0, G2/G3, G6
F-Funktionen
Wortweise Absolut-/Inkremental- Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

VERFAHRBEWEGUNGEN IN DEN ACHSEN

Die Verfahrbewegungen in den Achsen werden immer interpoliert, so dass sie in allen programmierten Achsen gleichzeitig ausgeführt werden.

POLARKOORDINATEN BZW. EINE KOORDINATE UND WINKEL

Die Positionen in der Hauptebene können auch mit Polarkoordinaten bzw. einer Koordinate und einem Winkel programmiert werden.

DEFINIERTE PUNKTE (G78)

Ein G1-Satz können bis zu vier vordefinierte Punkte (P-Wörter) enthalten. Die Reihenfolge, in der die Punkte programmiert sind, bestimmt der Werkzeugbewegungsablauf.
Beispiel:
G1 P5 P2 F100
Das Werkzeug fährt mit einer Geschwindigkeit von 100 mm/min auf P5 und danach auf P2.

VORSCHUB IN DER HAUPTEBENE

Der programmierte Vorschub ist der Vorschub auf der Geraden.

RADIUSKORREKTUR IN DER HAUPTEBENE (G40...G44)

Konturen die durch geradlinige und kreisförmige Bewegungen definiert sind können mit Radiuskorrektur bearbeitet werden.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktionen G40, G41/G42 und G43/G44.

3D-INTERPOLATION

Werden die drei Achsen X, Y und Z in einem Satz programmiert, so veranlasst die CNC eine geradlinige Bewegung im Raum, vom Anfangspunkt bis zum Punkt der durch die drei Endpunktkoordinaten definiert ist.

Positionen in der Hauptebene können in der normalen Weise programmiert werden.

Für die Programmierung von Achsen außerhalb der Hauptebene sind kartesische Koordinaten zu verwenden.

VORSCHUB BEI 3D-INTERPOLATION

Der programmierte Vorschub ist der Vorschub auf der Geraden.

3D-WERKZEUGKORREKTUR

3D-Werkzeugkorrektur bei normalisierten Vektoren ist vorgesehen.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G141.

PROGRAMMIERUNG VON DREHACHSEN

DREHACHSENRADIUS FÜR VORSCHUBBERECHNUNGEN

Für Vorschubberechnungen kann der Radius jeder in Frage kommenden Drehachse mit A40= (für die A-Achse), B40= (für die B-Achse) und C40= (für die C-Achse) programmiert werden.

MASCHINEN MIT KINEMATISCHEM MODELL (ab V410)

In Maschinen mit dem kinematischem Modell, kann der Drehachsenradius zwischen dem Mittelpunkt der Rundachse und des Werkstückes berechnet werden. Dadurch braucht A40=, B40= und C40= nicht mehr programmiert werden. Ermöglicht wird dies über G94 F5=1.

LÖSCHEN DREHACHSENRADIUS

Der programmierte Drehachsenradius wirkt modal und bleibt wirksam, bis er durch
- A40=0, B40=0 bzw. C40=0,
- Anwahl einen anderen Koordinatensystem,
- M30 oder Softkey CNC rücksetzen oder Softkey Programm abbrechen gelöscht wird.

PROGRAMMIERTER VORSCHUB

Wird A40=, B40= oder C40= ein Radiuswert zugeordnet, so wird der Oberflächenvorschub in mm/min bzw. Inch/min programmiert.

DREHACHSENRADIUS NICHT PROGRAMMIERT

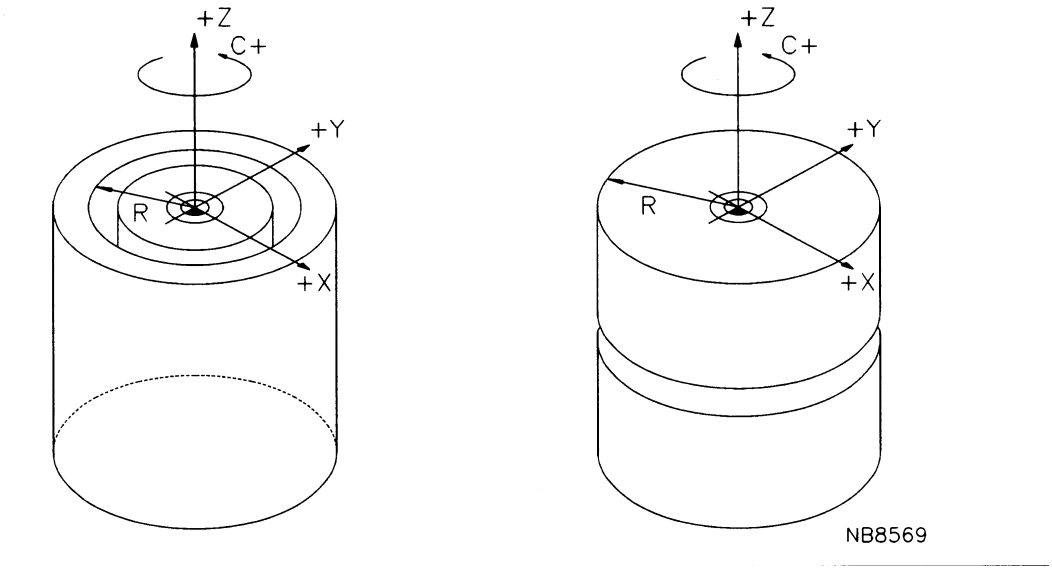
Wenn keine Radien programmiert sind, so ist der programmierte Vorschub gleich dem Vorschub auf der Bahn der Linearachsen. Die CNC errechnet daraus den Vorschub für jede Drehachse. Damit wird sichergestellt, dass in allen Achsen gleiche Entfernungen in gleichen Zeitabständen zurückgelegt werden.

MAXIMALVORSCHUB JE ACHSE

Wird der maximale Vorschub in einer Achse (MC-Einstellung) überschritten, so wird der aktuelle Vorschub derart herabgesetzt, dass die Verfahrbewegung mit dem maximalen Vorschub ausgeführt wird.

EINE DREHACHSE

Hinweis: Im nachfolgenden Beispiel werden die Z- und C-Achse herangezogen. Die gleichen Grundregeln gelten für die Kombinationen Y-/B-Achse und X-/A-Achse
Bei Betrieb mit nur einer Drehachse sind zwei Arbeitsgänge möglich.



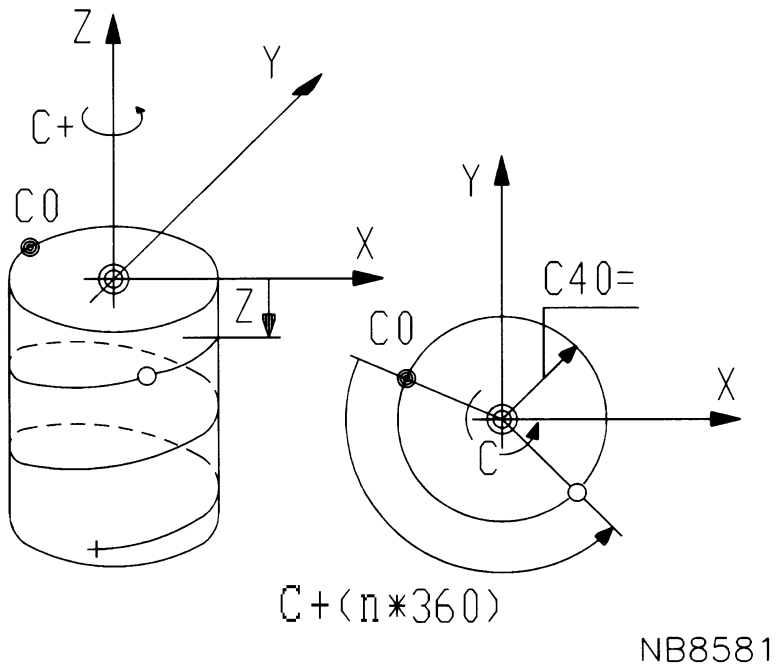
1. Einstich in der Planebene 2. Einstich in der Zylinderfläche

VORSCHUB BEI DREHACHSE

Ist der Drehachsenradius programmiert (A40=.. ,B40=.. oder C40=..), so ist der Vorschub gleich dem Oberflächenvorschub in mm/min bzw. Inch/min.

Ist der Drehachsenradius nicht programmiert oder ist A40=0, B40=0 und C40=0 programmiert, so wird der Vorschub in Grad/min ausgedrückt.

EINE DREHACHSE UND EINE LINEARACHSE

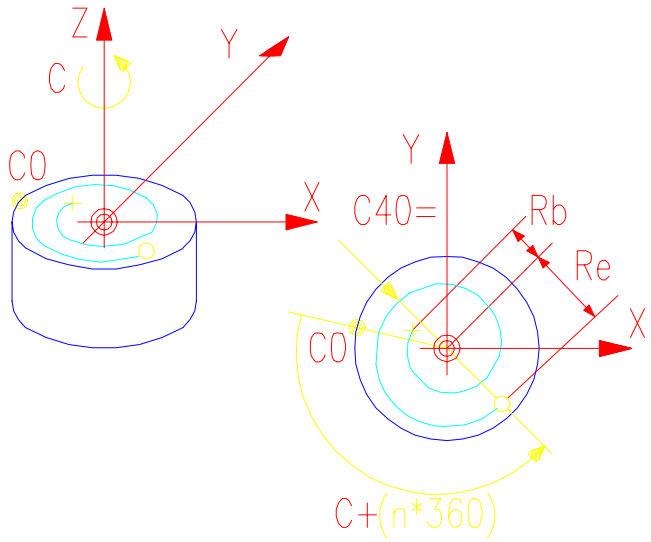


Spirale auf der Oberfläche eines Zylinders

ZYLINDERINTERPOLATION

Die Funktion G182 erlaubt eine einfache Programmierung von Konturen oder Positionen auf der gebogenen Oberfläche eines Zylinders.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktionen G180/G182.

SPIRALE AUF DER PLANEBENE



MITTLERER RADIUS DER SPIRALE

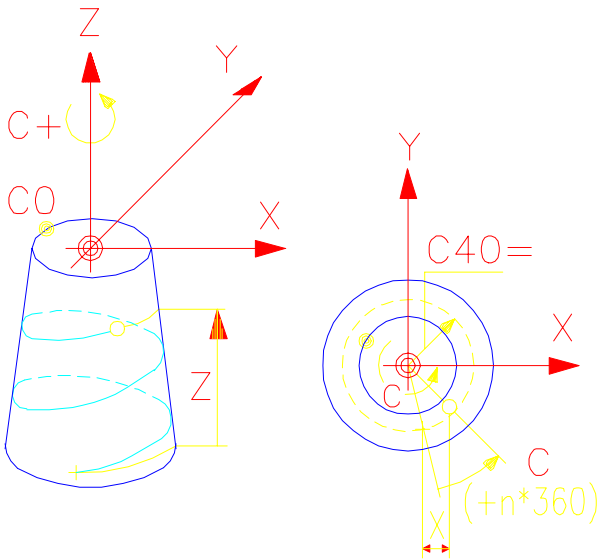
Der für die Vorschubberechnungen zu programmierende Radius ist der mittlere Bahnradius. Mit Hilfe dieses Radius errechnet die CNC den erforderlichen Vorschub für die Herstellung der Spirale.

Der mittlere Radius (z.B. C40=) errechnet sich zu:

C40=(Rb+Re)/2

worin Rb des Anfangsradius und Re der Endradius ist.

EINE DREHACHSE UND ZWEI LINEARACHSEN

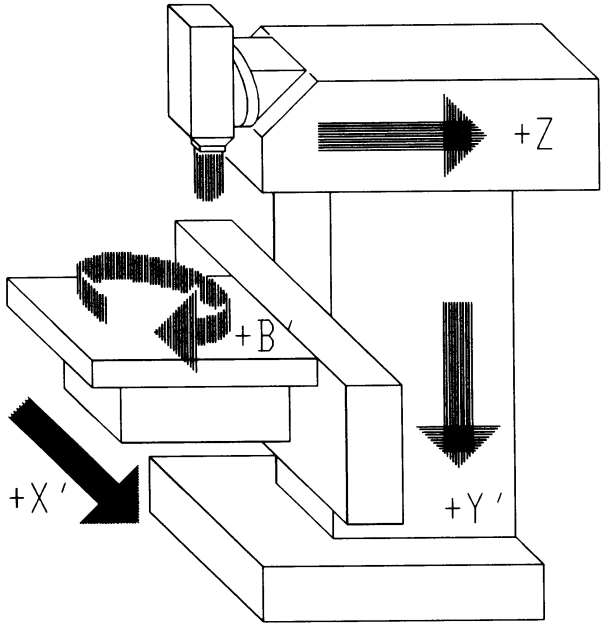


Für Vorschubberechnungen muss der mittlere Radius (C40=) verwendet werden. Dieser Radius errechnet sich zu:

C40= (Radius am Startpunkt + Radius am Endpunkt) / 2

Für die Bewegung auf dem Kegel werden die drei Achsen (X.. Z.. C..) in einem Satz programmiert

MEHRACHSEN-PROGRAMMIERUNG



Werkzeugmaschine mit Drehtisch und Schwenkkopf

In einem G1-Satz ist jede beliebige Kombination aus den drei Linearachsen X, Y, Z und den drei Drehachsen A, B, C, (falls vorhanden) erlaubt.

Positionen in der Hauptebene können in der normalen Weise programmiert werden.

Für die Programmierung von Achsen außerhalb der Hauptebene müssen kartesische Koordinaten verwenden werden.

ALLGEMEINE HINWEISE ZU G1

PARALLELACHSEN

Anstelle der Achsen X, Y und Z können den parallel zu diesen Hauptachsen verlaufenden Linearachsen U, V und W, (falls vorhanden) eingesetzt werden, wobei allerdings nur kartesische Koordinaten benutzt werden können.

LÖSCHEN

Die Funktion G1 wird durch G1, G2/G3, G6, Programm-Ende (M30), Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

ANFANG DER NÄCHSTEN BEWEGUNG

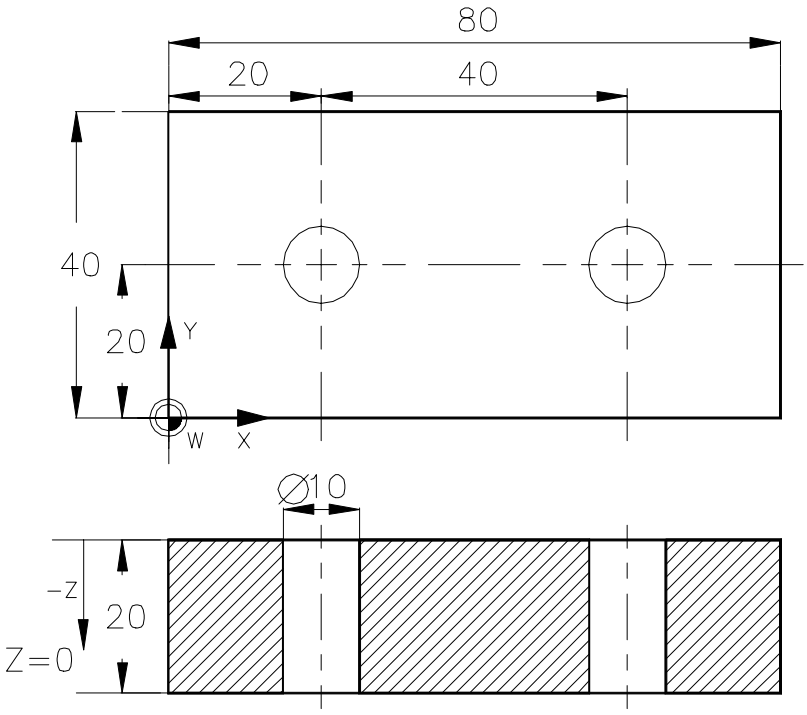
Im allgemeinen werden Vorschubbewegungen ohne Halt zwischen den Bewegungen ausgeführt, mit der Folge, dass die Ecken gerundet werden.
G28 und Parameter I3= erlauben die Auswahl zwischen Ausführung der nächsten Bewegung nach einem Werkzeughalt oder Ausführung ohne Halt zwischen den Bewegungen.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28.

ORIENTIERTER SPINDEL-HALT (D.. M19)

Das D-Wort für den Versatzwinkel bei orientiertem Spindelhalt muss zusammen mit der Funktion M19 programmiert werden.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion M19.

Beispiele

BEISPIEL 1. Bohren



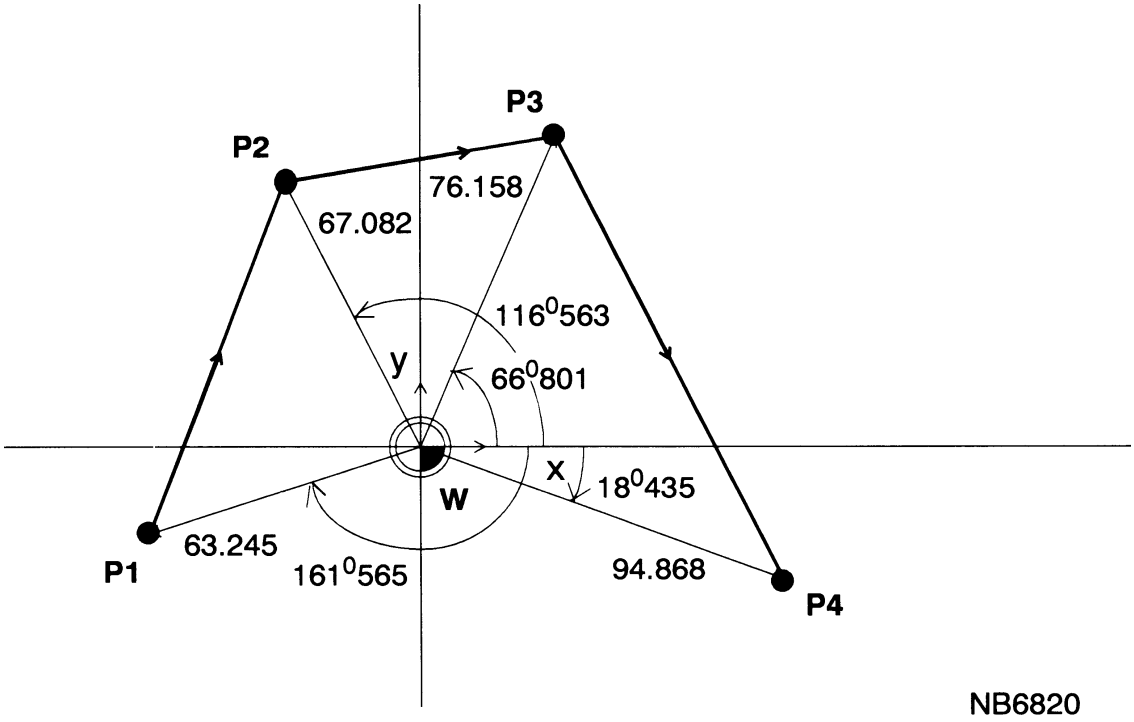
N9001
N1 G17
N2 G54 T1 M6 S1000
N3 X20 Y20 Z1 F150 M3
N4 G1 Z-23.5
N5 G0 X60 Z1
N6 G1 Z-23.5
N7 G0 Z200 M30

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene auswählen (G17)
N2 : Nullpunktverschiebung(G54). Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Bohrerdurchmesser 10 mm)
N3 : Werkzeug in Eilgang (G0) auf die programmierte Position fahren. Vorschub 150 mm/min. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3). Drehzahl 1000 U/min.

N4 : Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen
N5 : Werkzeug auf Z1 zurückziehen und danach im Eilgang auf X60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision mit dem Werkstück, da das Werkzeug zunächst entlang der Z-Achse verfährt und erst danach entlang der X-Achse.
N6 : Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen
N7 : Werkzeug auf Z200 zurückziehen
Programm-Ende

BEISPIEL 2. Verfahrbewegungen in der Hauptebene



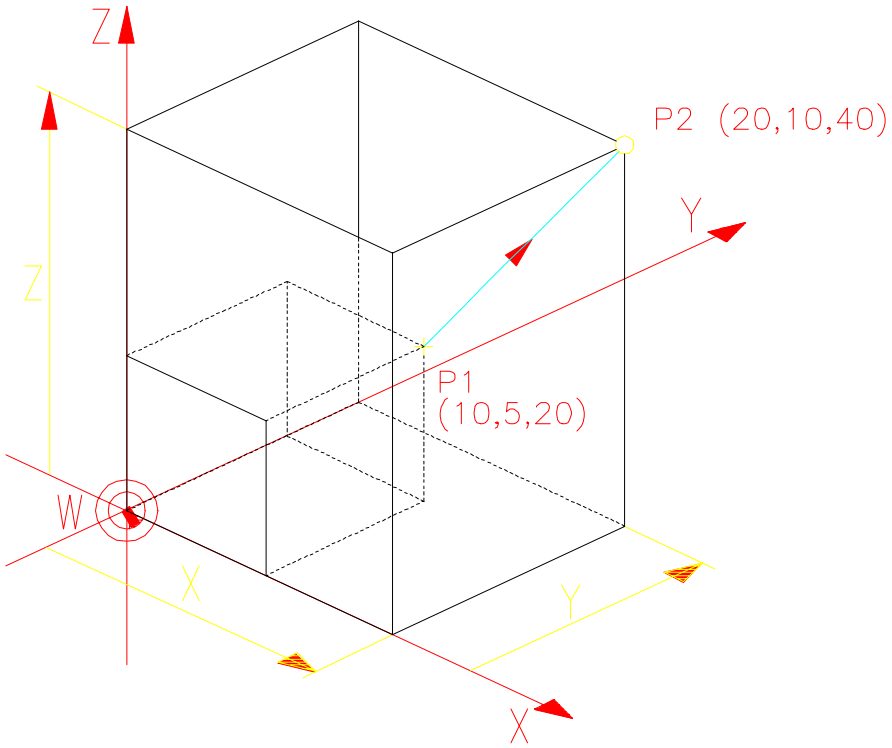
Unter Anwendung von absoluten Polarkoordinaten lassen sich die obigen Verfahrbewegungen wie folgt programmieren:

```
:
N10 G0 B2=-161.565 L2=63.245 F100        (P1)
N11 G1 B2=116.565  L2=67.082             (P2)
N12 B2=66.801  L2=76.158                 (P3)
N13 B2=-18.435 L2=94.868                 (P4)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug im Eilgang (G0) auf Punkt P1 fahren
N11-N13 : Werkzeug mit Vorschub (100 mm/min) auf die Punkte P2, P3 und P4 fahren

BEISPIEL 3. D-Interpolation

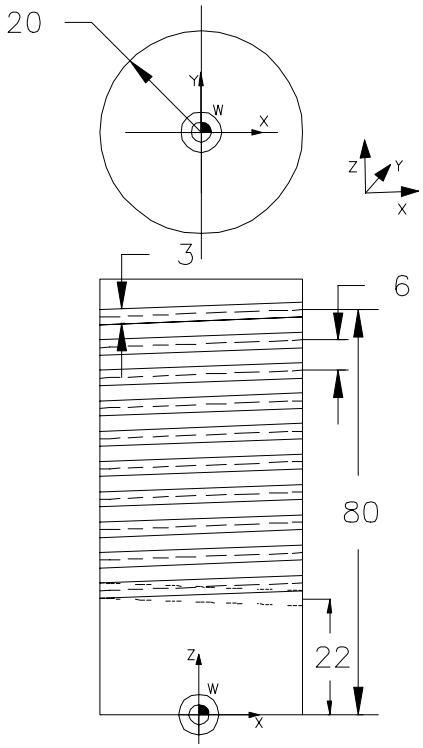


Werkzeug bewegt sich von P1 (10,5,20) nach P2 (20,10,40) mit einem Vorschub von 100 mm/min

:
N14 G0 X10 Y5 Z20
N15 G1 X20 Y10 Z40 F100
:

Im Satz N15 bewegen sich die Achsen simultan und erreichen ihre Endposition zur gleichen Zeit.

BEISPIEL 4. Spirale auf einer Zylinderfläche



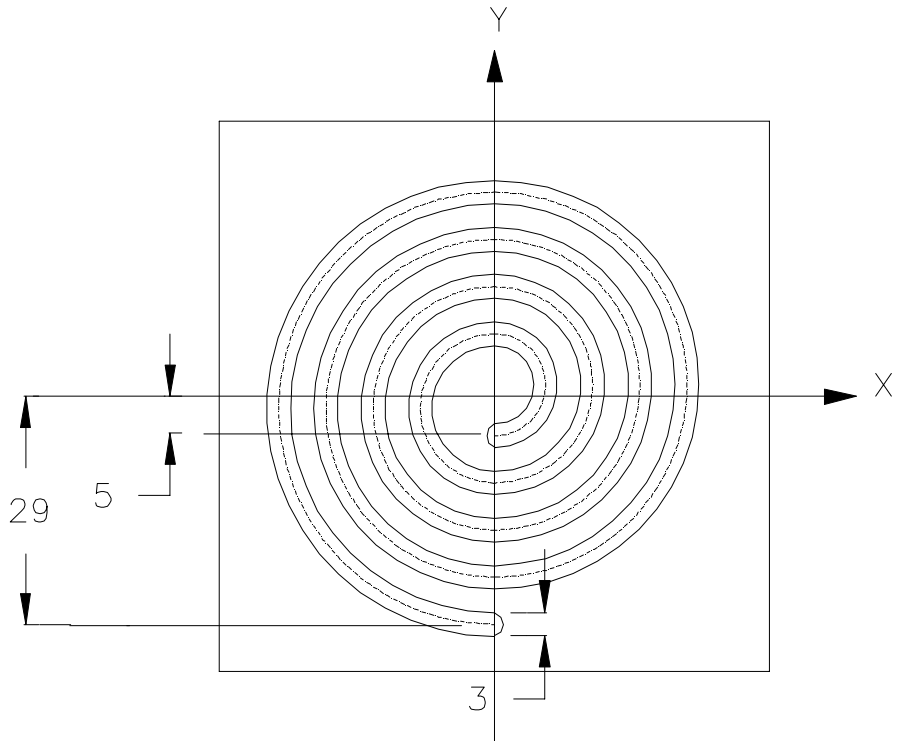
Simultane Verfahrbewegungen in der Z- und C-Achse. Das Werkzeug steht in der Y-Achse. Die Spirale hat 10 Umdrehungen und eine Steigung von 6 mm.

```
N10 G18
N11 T1 M6
N12 G0 X0 Y22 Z80 C0 S3000 M3
N13 G1 Y18 F75
N14 Z20 C3600 C40=20 F125
N15 G0 Y100
:
```

Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren
N11 : Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Fräserdurchmesser 3 mm). Werkzeug steht in der Y-Achse (G18)
N12 : Spindel einschalten und Werkzeug auf Anfangsposition fahren
N13 : Werkzeug um 4 mm auf Position Y18 zustellen
N14 : Spirale fräsen. Die Drehachse dreht sich 10-mal (C3600)
N15 : Werkzeug vom Werkstück wegbewegen

BEISPIEL 5. Spirale in der Hauptebene (= Planebene)



Die Spirale hat vier Umdrehungen und eine Steigung von 6 mm. Sie wird mit einem Drehtisch (C-Achse) hergestellt, der sich um die Werkzeugachse (Z-Achse) dreht, bei gleichzeitiger Bewegung in der Y-Achse. Der mittlere Bahnradius ist C40=17.

Das Programm könnte so aussehen:

```
:
N10 G17
N11 G54 T1 M6
N12 G0 X0 Y-5 Z2 C0 S3000 M3
N13 G1 Z-2 F75
N14 Y-29 C1440 C40=17 F200
N15 G0 Z100
:
```

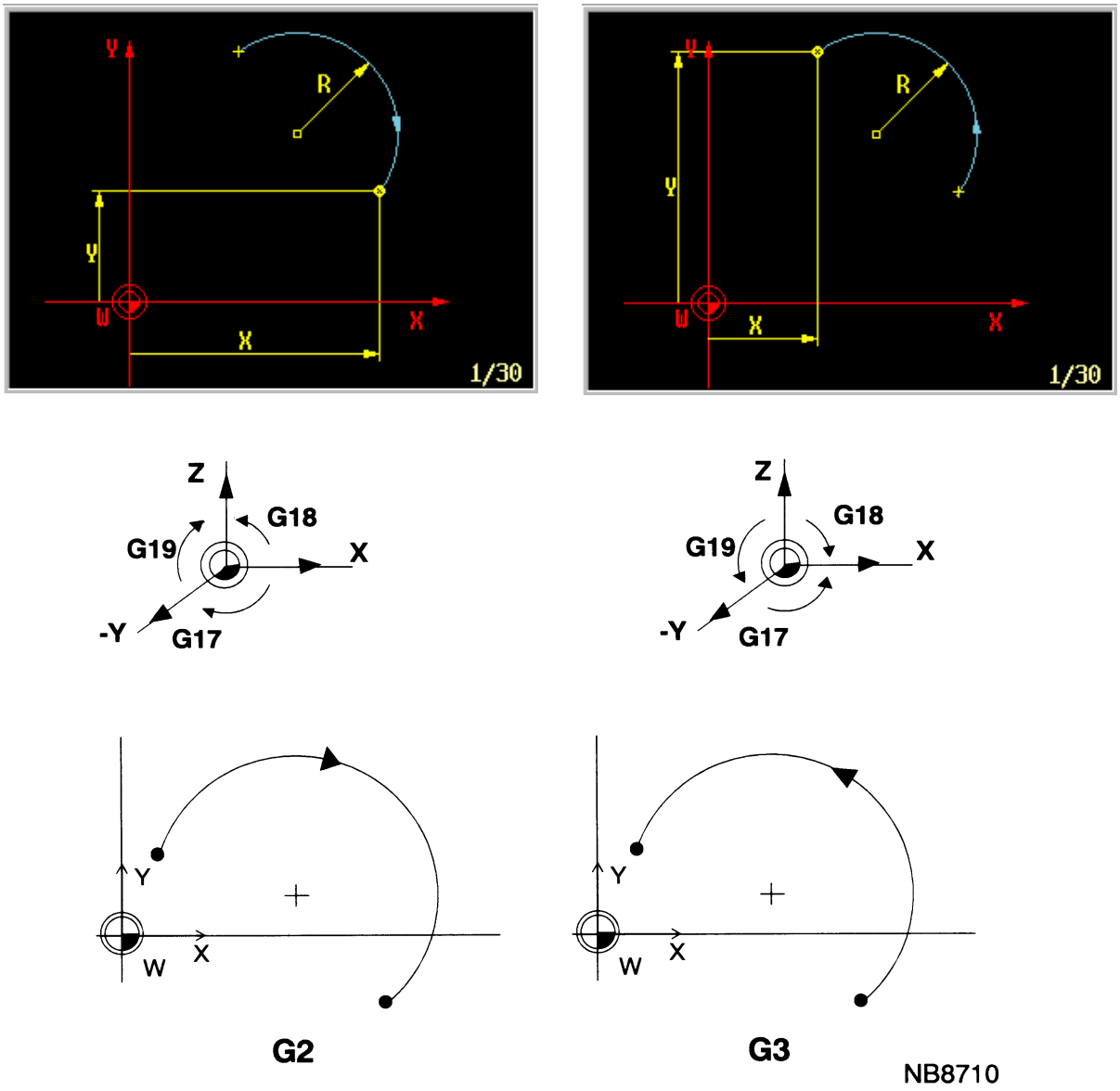
Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren
N11 : Nullpunktverschiebung (G54) nach Werkstückmitte. Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Bohrnutenfräser R=1.5 mm). Werkzeug steht in der Z-Achse (G17)
N12 : Spindel einschalten. Werkzeug auf Anfangsposition fahren
N13 : Werkzeug in der Z-Achse um 2 mm in das Werkstück zustellen
N14 : Spirale fräsen (Rb=5, Re=29, daher C40=17). C-Achse 4-mal drehen (C1440).
N15 : Werkzeug vom Werkstück wegbewegen

5.3 G2/G3 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn

Zweck

Ausführen einer kreisförmigen Bewegung im Uhrzeigersinn (G2) bzw. im Gegenuhrzeigersinn (G3), mit programmiertem Vorschub.



Zur Bestimmung der Bewegungsrichtung ist der Blick in der negativen Richtung der Werkzeugachse auf die Hauptebene.

Format

Vollkreis
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten]

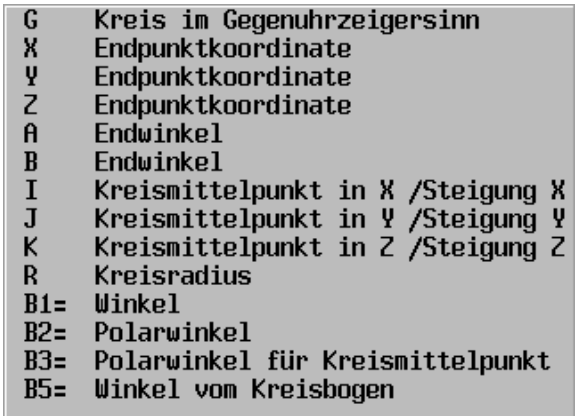
Kreisbogen kleiner oder gleich 180°:
N...G2/G3 [Endpunktkoordinaten der Achse] R...

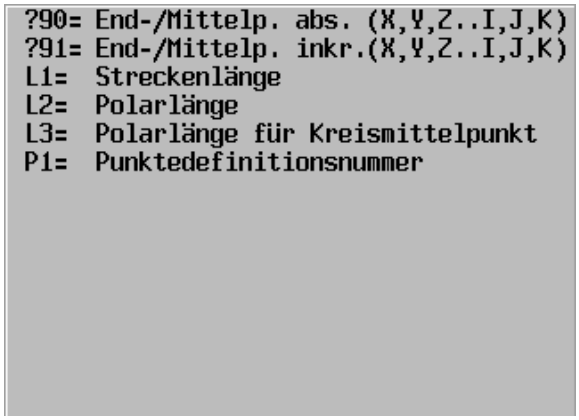
Kreisbogen kleiner oder größer 180°:
N... G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Endpunktkoordinaten der Linearachsen]
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten] B5=...

2.5D-Interpolation
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Endpunktkoordinaten des Kreisbogens]
[Endpunktkoordinaten der Linear- oder Drehachse]

Spirale
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Endpunktkoordinaten des Kreisbogens]
[Endpunktkoordinaten der Linear- oder Drehachse][Steigung]
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Steigung] B5=...

Parameter





Endpunktkoordinaten

X, Y, Z	Endpunktkoordinaten
A, B, C	Endwinkel
B1=	Winkel
L1=	Streckenlänge
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer

Mittelpunktkoordinaten

I	Kreismittelpunkt in X
J	Kreismittelpunkt in Y
K	Kreismittelpunkt in Z / Steigung Z
B3=	Polarwinkel für Kreismittelpunkt
L3=	Polarlänge für Kreismittelpunkt

Kreisparameter

R	Kreisradius
B5=	Winkel vom Kreisbogen
D	Winkel orientierter Spindelstop

Modale Wörter
F, S, T, M, H, E..=
F1=, T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G6
F-Funktionen
Wortweise Absolut-/inkremental- Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

KREIS IN DER HAUPTEBENE

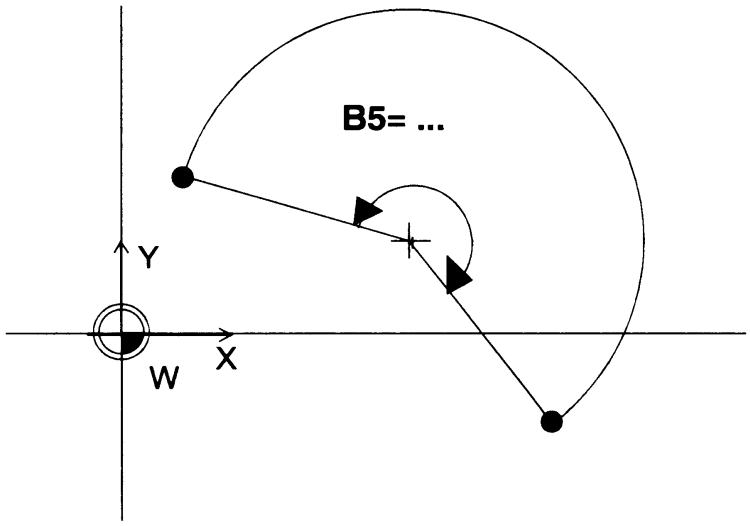
KREISBOGEN BIS ZU 180°

Ein Kreisbogen bis zu 180° wird mit den Endpunktkoordinaten und dem Bogenradius oder den Kreismittelpunktkoordinaten programmiert.
Der Bogenradius wird mit dem R-Wort (ein Koordinatenwort ohne Vorzeichen) programmiert.

KREISBOGEN GRÖßER ALS 180°

Ein Kreisbogen größer als 180° kann nur mit den Koordinaten des Endpunktes und Kreismittelpunktes programmiert werden.

KREISBOGENWINKEL (B5=)



NB8714

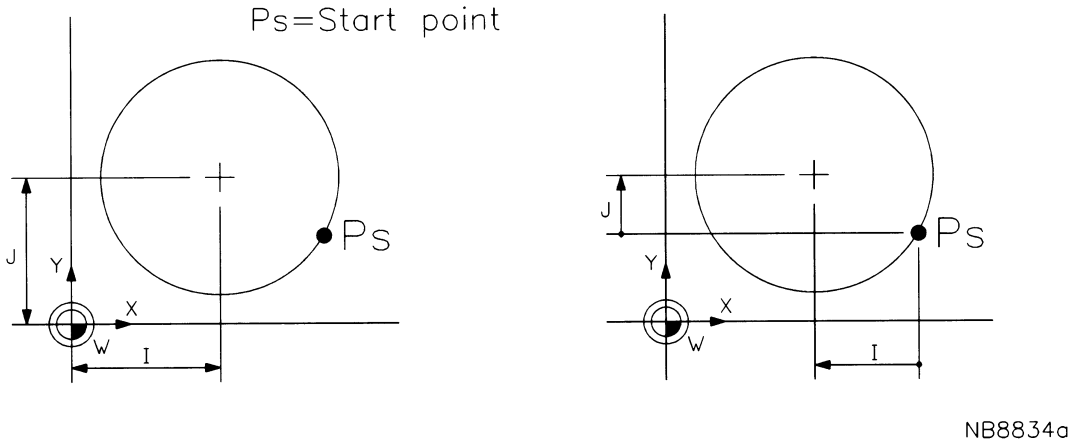
Der Kreisbogen eines beliebigen Winkels zwischen 0° und 360° kann auch mit den Mittelpunktkoordinaten und dem Kreisbogenwinkel programmiert werden. Der Winkel wird mit dem Wort B5= in Dezimalgrad vorzeichenlose programmiert.

PROGRAMMIEREN EINES VOLLKREISES

Nachdem das Werkzeug ein Vollkreis abgefahren hat steht es wieder in der Ausgangsposition. Diese Bewegung wird mit:
- der Bewegungsrichtung auf dem Kreis und
- den Mittelpunktkoordinaten
  programmiert.

Hinweis: Enthält der Satz auch die Endpunktkoordinaten, so wird keine Kreisbewegung ausgeführt.

MITTELPUNKTKOORDINATEN



NB8834a

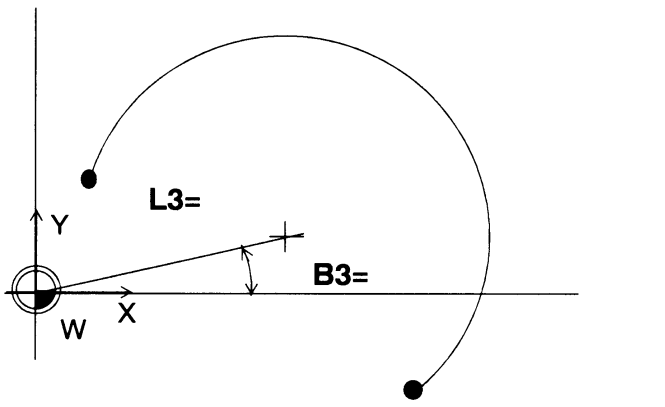
Absolute (G90) Koordinaten — Inkrementelle (G91) Koordinaten

Absolute Mittelpunktkoordinaten beziehen sich auf den Programmnullpunkt W.
Inkrementelle Mittelpunktkoordinaten werden vom Startpunkt zum Mittelpunkt gemessen.

MITTELPUNKTKOORDINATEN IN UNTERSCHIEDLICHEN EBENEN

N...	G2/G3	I...	(X-Achse)	J...	(Y-Achse)	: XY-EBENE (G17)
N...	G2/G3	I...	(X-Achse)	K...	(Z-Achse)	: XZ-EBENE (G18)
N...	G2/G3	J...	(Y-Achse)	K...	(Z-Achse)	: YZ-EBENE (G19)

POLARE MITTELPUNKTKOORDINATEN

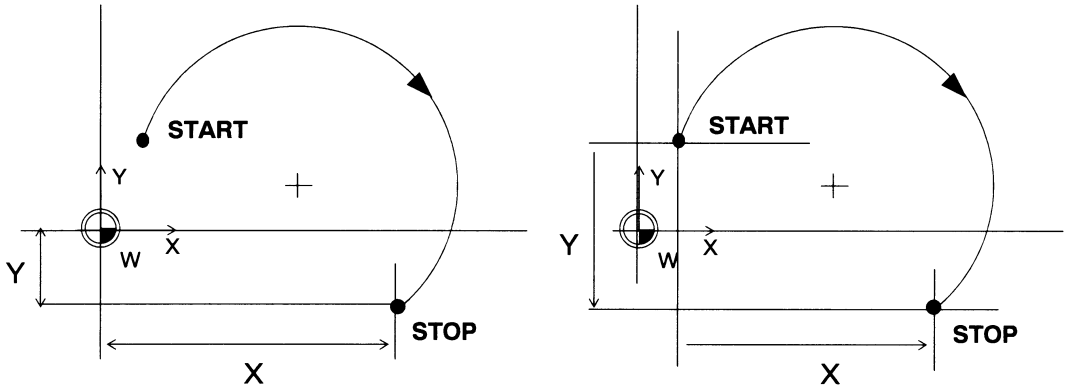


NB8711

L3=... B3=...

Die polaren Mittelpunktkoordinaten werden in der durch G17, G18 bzw. G19 definierten Ebene verwendet.

KARTESISCHE ENDPUNKTKOORDINATEN

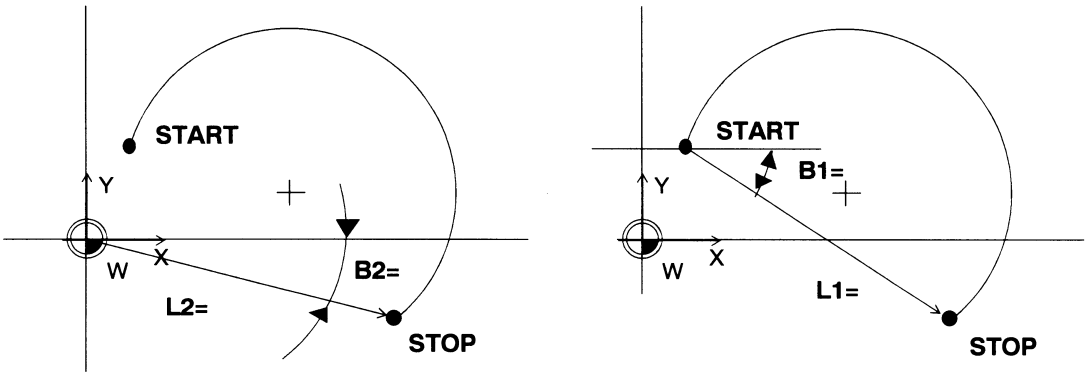


NB8712

Absolute (G90) Koordinaten Inkrementelle (G91) Koordinaten

(G17) X... Y... (G18) X... Z... (G19) Y... Z...

POLARE ENDPUNKTKOORDINATEN UND EINE KOORDINATE UND WINKEL



NB8713

B2=... L2=... B1=... L1=...

Diese Endpunktkoordinaten werden in der durch G17, G18 bzw. G19 definierten Ebene verwendet.

DEFINIERTER PUNKT (G78)

Der Endpunkt einer Kreisbewegung lässt sich mit einem vordefinierten Punkt (P-Wort) programmieren.

VORSCHUB IN DER HAUPTEBENE

Der programmierte Vorschub ist der Vorschub auf dem Kreis.

RADIUSKORREKTUR IN DER HAUPTEBENE (G40...G44)

Konturen die durch geradlinige und kreisförmige Bewegungen definiert sind können mit Radiuskorrektur bearbeitet werden.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktionen G40, G41/G42 und G43/G44.

Bei kreisförmigen Bewegungen mit Radiuskorrektur kann der Vorschub geändert werden, je nach der Konturform und dem Fräserradius.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G41/G42, Abschnitt KONSTANTE SCHNITTGESCHWINDIGKEIT.

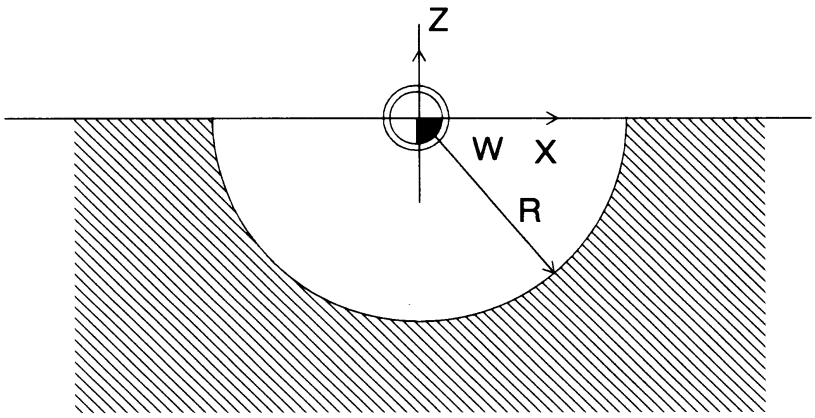
ACHSENDREHUNG (G92/G93 B4=)

Eine kreisförmige Bewegung in einer gedrehten Hauptebene ist gestattet.

KREISBEWEGUNG NICHT IN DER HAUPTEBENE

Ein Spezialwerkzeug, z.B. ein Radiusfräser, lässt sich so steuern, dass die Bearbeitungsrichtung nicht parallel zur Hauptebene verläuft. In diesem Fall können für die Programmierung der Endpunkt- und Mittelpunktkoordinaten nur kartesische Absolut- oder Inkrementalmaßen benutzt werden.

Die Anwendung von Radiuskorrektur ist nicht möglich.



NB8574

Kreisbewegung in der XZ-Ebene, Werkzeug in der Z-Achse

KREISBOGEN BIS ZU 180°

Ein Kreisbogen bis zu 180° wird mit den Endpunktkoordinaten und dem Kreisbogenradius (R-Wort) oder den kartesischen Koordinaten des Kreismittelpunktes programmiert.

KREISBOGEN GRÖßER ALS 180°

Ein Kreisbogen größer als 180° kann nur mit den kartesischen Koordinaten des Endpunktes und Kreismittelpunktes programmiert werden.

ADRESSEN FÜR ENDPUNKT UND MITTELPUNKT

Die in der Tabelle unter MITTELPUNKTKOORDINATEN IN UNTERSCHIEDLICHEN EBENEN gegebenen Adressen gelten auch für Kreisbogen die nicht in der aktuellen Hauptebene liegen. Die Adressen des Mittelpunktes definieren die Ebene in der der Kreis gefräst werden soll.

ACHSENDREHUNG (G92/G93 B4=)

Ein Kreisbogen die nicht in der durch den wirksamen G-Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18, G19) definierten Ebene liegt, darf nicht in einer Ebene liegen von der eine Achse gedreht ist.
Wenn beispielsweise G17 wirksam ist und die XY-Ebene ist um 30° gedreht worden, so wird die X-Achse gedreht. Eine Kreisbewegung in der XZ-Ebene ist dann nicht gestattet, anderenfalls wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

LINEARACHSEN U, V UND W

Besitzt eine Werkzeugmaschine Linearachsen die parallel zu den Hauptachsen verlaufen, so können mit diesen Achsen Kreisbewegungen ausgeführt werden.

Die Anwendung von Polarkoordinaten und Radiuskorrektur ist nicht möglich.

PROGRAMMIEREN EINES KREISBOGENS

Für eine Kreisbewegung bis zu 180° könne entweder der Radius (R-Wort) oder die kartesischen Mittelpunktkoordinaten (absolut oder inkrementell) programmiert werden.

Für eine Kreisbewegung größer als 180° können für die Programmierung des Mittelpunktes nur kartesische Koordinaten verwendet werden.

PROGRAMMIEREN VON ENDPUNKT UND MITTELPUNKT

Beide Endpunktkoordinaten müssen programmiert werden, weil sie die Ebene bestimmen in der die Kreisbewegung ausgeführt wird.

Für die Definition der Mittelpunktkoordinaten werden folgende Adressen verwendet: I für die U-Achse, J für die V-Achse, K für die W-Achse.
Die nachfolgende Tabelle zeigt die für die einzelnen Ebenen verwendeten Adressen.

Hauptachse X und eine Linearachse

	XV-Ebene	XW-Ebene
Endpunkt	X und V	X und W
Mittelpunkt	I und J	I und K

Hauptachse Y und eine Linearachse

	YU-Ebene	YW-Ebene
Endpunkt	Y und U	Y und W
Mittelpunkt	J und I	J und K

Hauptachse Z und eine Linearachse

	ZU-Ebene	ZV-Ebene
Endpunkt	Z und X	Z und Y
Mittelpunkt	K und I	K und J

Kombination von Linearachsen

	UV-Ebene	UW-Ebene	VW-Ebene
Endpunkt	U und V	U und W	V und W
Mittelpunkt	I und J	I und K	J und K

KREISBEWEGUNG MIT GLEICHZEITIGER BEWEGUNG IN EINER DRITTEN ACHSE

Ein spezielles Interpolationsverfahren (2.5D) erlaubt es die CNC, eine Kreisbewegung in einer Hauptebene und eine Verfahrbewegung in der dritten Achse so zu koordinieren, dass das Werkzeug die richtige Bahn vom Startpunkt zum Endpunkt abfährt.

KREIS IN DER HAUPTEBENE

Es werden die üblichen Programmiermethoden für einen Kreis in der durch G17, G18 bzw. G19 definierten Hauptebene verwendet.

Die Kreisbewegung kann mit Radiuskorrektur ausgeführt werden. Der Eintritt in und das Verlassen des Werkstückes muss tangential erfolgen.

Ist die dritte Achse die Werkzeugachse, so wird sie mit einer der nachfolgenden Adressen programmiert:

	G17	G18	G19
Ebene	XY-Ebene	XZ-Ebene	YZ-Ebene
Werkzeugachse	Z	Y	X

KREIS NICHT IN DER HAUPTEBENE

Für die Programmierung einer nicht in der Hauptebene ausgeführter Kreisbewegung gelten die Regeln, wie sie im Abschnitt KREISBEWEGUNG NICHT IN DER HAUPTEBENE angegeben sind.

Die Ebene wird durch die kartesischen Koordinaten des Mittelpunktes definiert. Es kann kein Kreisbogenradius (R-Wort) verwendet werden.

Für die einzelnen Ebenen werden die folgenden Adressen benutzt:

	XY-Ebene	XZ-Ebene	YZ-Ebene
Endpunkt	X und Y	X und Z	Y und Z
Mittelpunkt	I und J	I und K	J und K
Werkzeugachse	Z	Y	X

DRITTE ACHSE IST EINE DREHACHSE

Wird die Kreisbewegung in der Hauptebene oder in einer anderen Ebene ausgeführt, so beschränkt sich die dritte Achse nicht auf die Werkzeugachse, sondern es kann auch eine mit der Adresse A oder B programmierte Drehachse verwendet werden. Es erfolgt dann eine gleichzeitige Bewegung der Linearachsen (für die Kreisbewegung in der definierten Ebene) und der Drehachse.

SPIRALENINTERPOLATION

Zum Fräsen einer Spirale auf einer beliebigen Zylinderfläche ist folgendes zu programmieren:
- eine Kreisbewegung in der Hauptebene (siehe oben),
- die Steigung der Spirale,
- (erforderlichenfalls) der Endpunkt der Geraden.

	G17	G18	G19
Werkzeugachse	Z	Y	X
Mittelpunkt	I und J oder B3= und L3=	I und K oder B3= und L3=	J und K oder B3= und L3=
Kreisbogenwinkel	B5=	B5=	B5=
Spiralensteigung	K	J	I

PROGRAMMIEREN DES KREISBOGENWINKELS

Der Wert von B5= kann zwischen 0 und 999999 Grad liegen, welch etwa 900 Umdrehungen entspricht.

PROGRAMMIEREN DER WERKZEUGACHSE

Eine Spirale kann auch mit den nachfolgenden Adressen programmiert werden:

	G17	G18	G19
Werkzeugachse	Z	Y	X
Kreisendpunkt	X und Y	X und Z	Y und Z
Mittelpunkt	I und J	I und K	J und K
Spiralensteigung	K	J	I

Bei Verwendung dieser Adressen sind die Bewegungen so zu programmieren, dass bei der Kreisbewegung und der Bewegung in der Werkzeugachse die Endpositionen zur gleichen Zeit erreicht werden.

DRITTE ACHSE IST EINE DREHACHSE

Die dritte Achse beschränkt sich nicht auf die Werkzeugachse, sondern es kann auch eine mit der Adresse A oder B programmierte Drehachse verwendet werden. Es erfolgt dann eine gleichzeitige Bewegung der Linearachsen (für die Kreisbewegung) und der Drehachse.

RADIUSKORREKTUR BEI SPIRALENINTERPOLATION

Bei Spiraleninterpolation kann die Kreisbewegung mit Radiuskorrektur ausgeführt werden. Der Eintritt in und das Verlassen des Werkstückes muss tangential erfolgen.

ALLGEMEINE HINWEISE ZU G2/G3

LÖSCHEN

Die Funktion G2 bzw. G3 wird durch G0, G1, G2/G3, G6, Programm-Ende (M30), Softkey Programm abbrechen oder Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

PRÜFEN DER MITTELPUNKTKOORDINATEN

Bei Verwendung von Mittelpunktkoordinaten wird der Radius der Kreisbewegung am Anfang mit dem Radius am Ende verglichen. Ist die Differenz zwischen den beiden Werten größer als ein über Maschinenkonstante vorgegebener Wert, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben und die Programmabarbeitung angehalten.

ANFANG DER NÄCHSTEN BEWEGUNG (G28 I3=..)

Im allgemeinen werden Vorschubbewegungen ohne Halt zwischen den Sätzen ausgeführt, mit der Folge, dass die Ecken gerundet werden.

G28 und Parameter I3= erlauben die Auswahl zwischen Ausführung der nächsten Bewegung nach einem Werkzeughalt oder Ausführung ohne Halt zwischen den Bewegungen.

Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28, Abschnitt VORSCHUBBEWEGUNGEN I3=0.

VORSCHUBBEGRENZUNG (G28 I6=..)

Die Vorschubbegrenzung dient dazu, den programmierten Vorschub herabzusetzen, um den Schleppabstand in den Achsen auf ein annehmbares Minimum zu halten und so die Bearbeitungsgenauigkeit zu steigern.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28, I6=.

ORIENTIERTER SPINDEL-HALT (D.. M19)

Das D-Wort für den Versatzwinkel bei orientiertem Spindelhalt ist zusammen mit der Funktion M19 zu programmieren.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion M19.

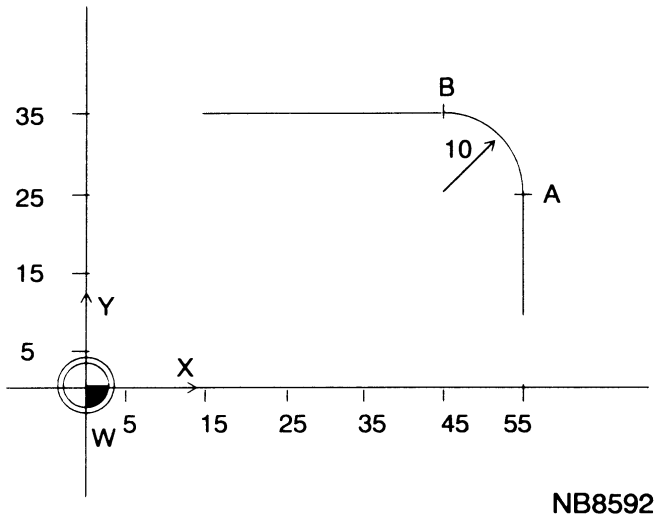
Bemerkung:

Liegt ein Endpunkt eines programmierten Kreises um wenige Mikrons vom Startpunkt entfernt und wird mit hohem Vorschub verfahren, so erfolgt anstelle einer Kreisbewegung eine Linearbewegung unmittelbar zur Endposition.

Beispiel: Beträgt der Abstand zwischen Start- und Endpunkt 5 µm und ist der Vorschub > 1 m/min, so erfolgt eine Linearbewegung, wenngleich G2/G3 programmiert worden ist.

Beispiele

BEISPIEL 1. Programmieren eines Kreisbogenradius

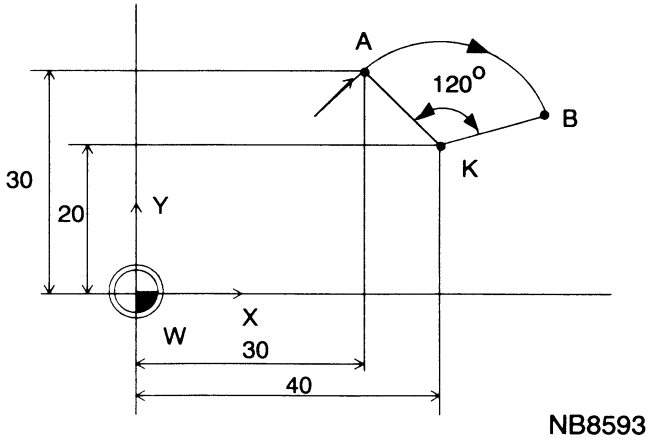


N10 G1 X55 Y25 F100 (A)
N20 G3 X45 Y35 R10 (B)

Erläuterung:

N10 : Linearbewegung zum Anfangspunkt A des Kreisbogens.
N20 : Kreis im Gegenuhrzeigersinn (G3) zum Endpunkt B.

BEISPIEL 2. Programmieren einen Kreisbogenwinkel

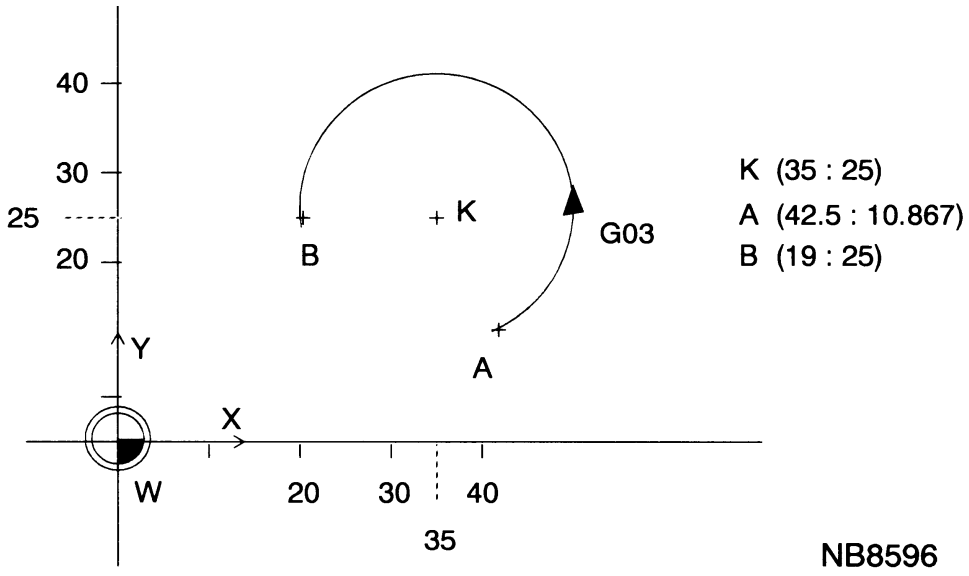


N10 G1 X30 Y30 F500 (A)
N11 G2 I40 J20 B5=120 (B)

Erläuterung:

N10 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf Anfangspunkt A fahren.
N11 : Werkzeug im Uhrzeigersinn (G2) auf Endpunkt fahren. Der Kreisbogenwinkel wird mit B5= angegeben.

BEISPIEL 3. Programmieren eines Kreisbogens > 180 (kartesisch)



Absolute Koordinaten

```
:
N10 G1 X42.5 Y10.867 F200          (A)
N11 G3 X19 Y25 I35 J25             (B)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf Anfangspunkt A des Kreisbogens fahren.
N11 : Werkzeug im Gegenuhrzeigersinn (G3) auf Endpunkt B fahren. Die Mittelpunktkoordinaten werden mit I und J angegeben.
Sowohl die Koordinaten X und Y als auch I und J stellen Absolutwerte dar und beziehen sich auf den Programmnullpunkt W.

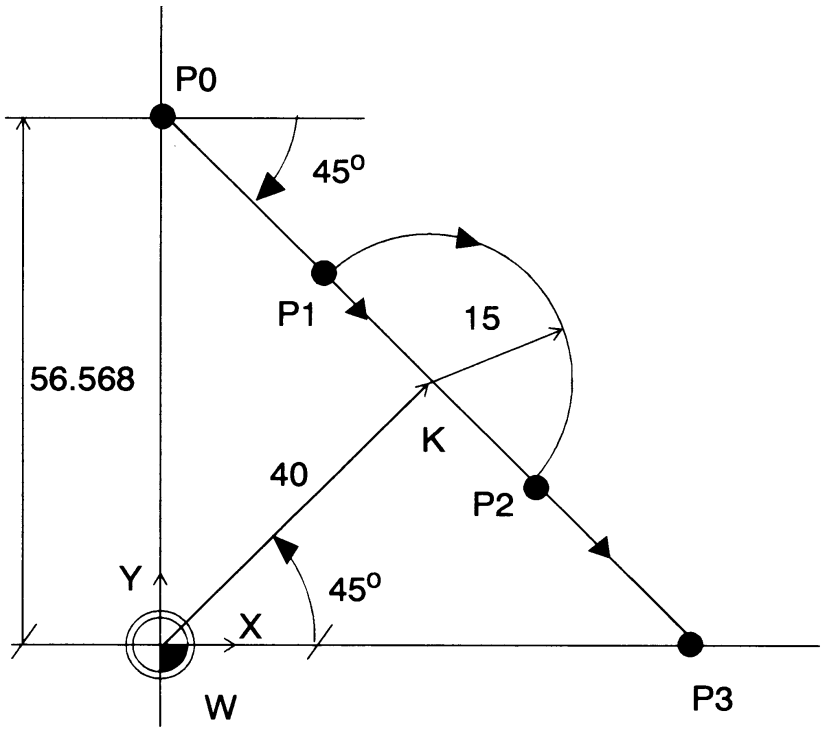
Inkrementelle Koordinaten

```
:
N10 G1 X42.5 Y10.867 F200          (A)
N11 G91
N12 G3 X-23.5 Y14.133 I-7.5 J14.133   (B)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf Anfangspunkt A des Kreisbogens fahren.
N11 : Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung (G91).
N12 : Werkzeug im Gegenuhrzeigersinn (G3) auf Endpunkt B fahren.
Die Koordinaten X und Y stellen Inkremente von Punkt A zum Punkt B dar. Die Koordinaten I und J sind Inkrementalwerte von A Punkt zum Mittelpunkt.

BEISPIEL 4. Programmieren eines Kreisbogens mit Polarkoordinaten



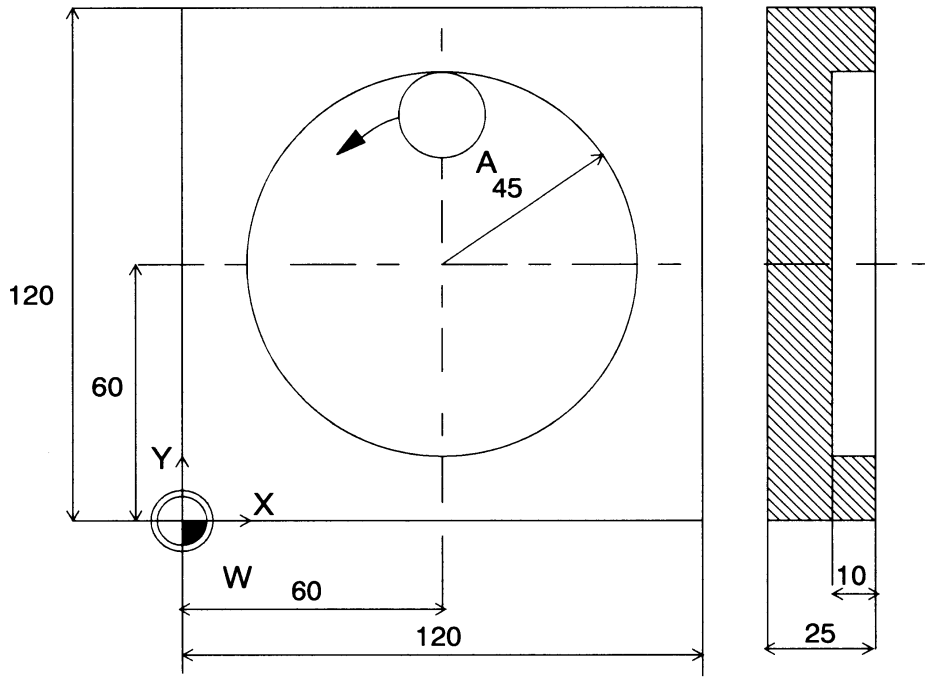
NB8576

```
:
N10 G0 X0 Y56.568                  (P0)
N11 G1 B1=-45 L1=25 F200           (P1)
N12 G2 B1=-45 L1=30 B3=45 L3=40    (P2)
N13 G1 B1=-45 L1=25                (P3)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug in Eilgang auf P0 fahren.
N11 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub von P0 auf P1 fahren. Es wird Inkrementelle Polarkoordinaten verwendet.
N12 : Werkzeug im Uhrzeigersinn (G2) von P1 auf P2 fahren. Für P2 werden Inkrementelle Koordinaten verwendet. Der Mittelpunkt wird mit absoluten Polarkoordinaten (B3=, L3=) programmiert.
N13 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub von P2 auf P3 fahren.

BEISPIEL 5. Programmieren einer vollständigen Kreisbewegung



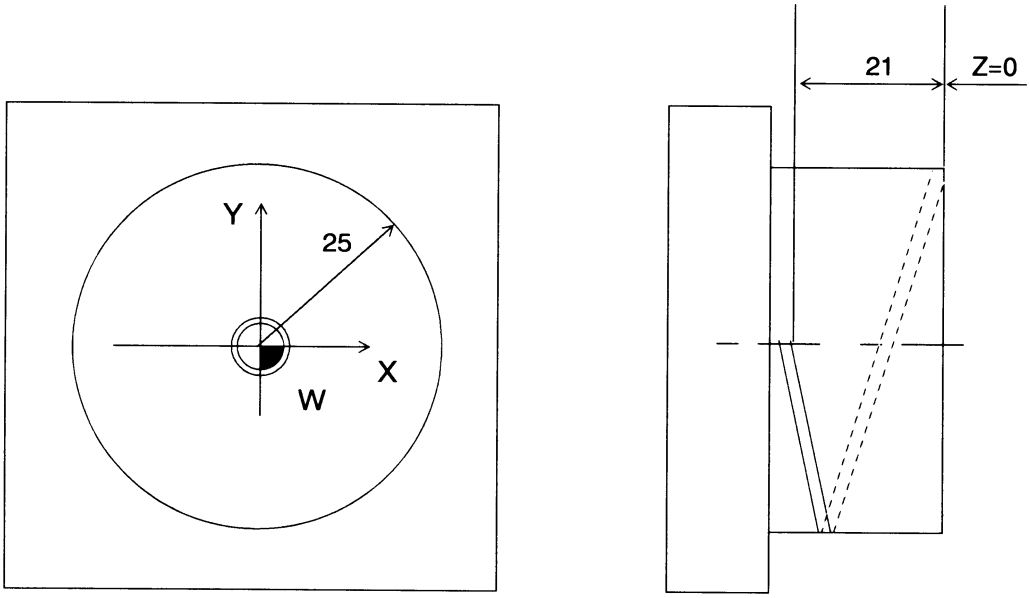
NB8575

```
:
N9 G17 T1 M6
N10 G0 X60 Y60 Z10 S315 M3
N11 G1 Z-10 F36
N12 G43 Y105 F65
N13 G41
N14 G3 I60 J60
N15 G40
N16 G1 Y90
N17 Z100 M30
:
```

Erläuterung:

N9 : Hauptebene definieren. Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Fräserdurchmesser 16 mm).
N10 : Spindel einschalten und Werkzeug in Eilgang auf Punkt A fahren. An dieser Stelle tritt das Werkzeug in die Bohrung ein.
N11 : Vorschub mit 36 mm/min festlegen und Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N12 : Werkzeug mit Vorschub BIS zur Bohrungswand (G43) fahren.
N13 : Radiuskorrektur setzen für ein Werkzeug das auf der linken Seite verfährt (G41).
N14 : Den vollständigen Kreis im Gegenuhrzeigersinn fräsen (G3).
N15 : Radiuskorrektur löschen (G40).
N16 : Werkzeug von der bearbeiteten Werkstückoberfläche wegbewegen.
N17 : Werkzeug aus dem Werkstück herausziehen.

BEISPIEL 6. Programmieren einer Kreisbewegung zusammen mit einer gleichzeitigen Bewegung in der Linearachse (2.5D-Interpolation)



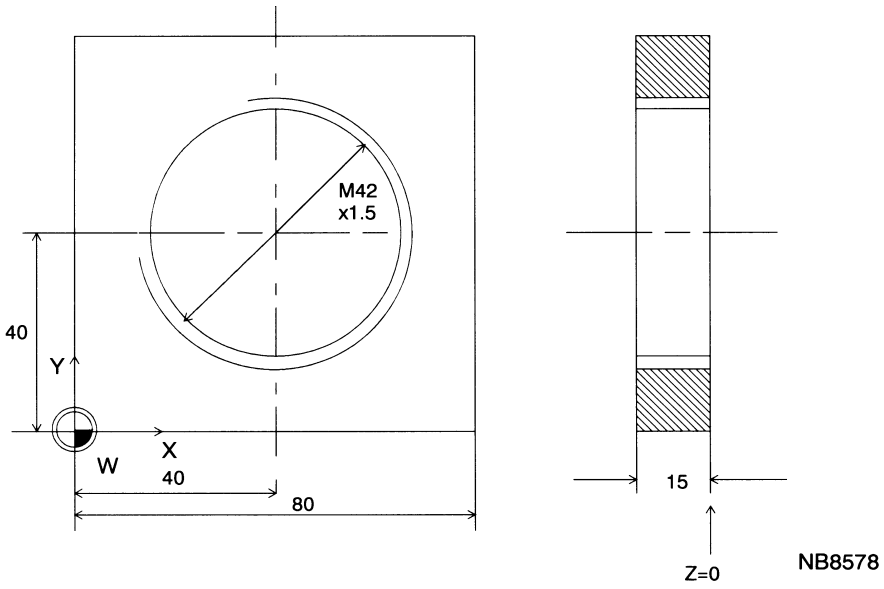
NB8577

```
:
N10 G17 T1 M6
N11 G0 X0 Y35 Z0 S1000 M3
N12 G43
N13 G1 Y25 F80
N14 G41 F120
N15 G2 X-25 Y0 Z-21 I0 J0
N16 G40
N17 G1 X-35
:
```

Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren. Werkzeug 1 einwechseln (Durchmesser 3 mm) und Korrekturen berücksichtigen.
N11 : Spindel einschalten und Werkzeug auf das Werkstück fahren.
N12 : Werkzeug BIS zur Werkstückkontur fahren.
N13 : Linearvorschub mit 80 mm/min festlegen.
N14 : Radiuskorrektur LINKS setzen.
N15 : Die gleichzeitige Bewegung auf dem Kreis und in der dritten Achse ausführen.
N16 : Radiuskorrektur löschen.
N17 : Werkzeug vom Werkstück wegbewegen.

BEISPIEL 7. Programmieren einer Spirale




```
N10 G17
N11 T1 M6
N12 G0 X40 Y40 Z1.5 S400 M3
N13 G1
N14 G43 Y61 F120
N15 G42
N16 G2 I40 J40 K1.5 B5=4320
N17 G40
N18 G1 Y40
N19 G0 Z100
```

Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren.
N11 : Werkzeug 1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen. (Gewindefräser)
N12 : Spindel einschalten und Werkzeug auf die Anfangsposition fahren.
N13 : Lineare Vorschubbewegung setzen.
N14 : Werkzeugradiuskorrektur bis Werkstück (G43).
N15 : Werkzeugradiuskorrektur Rechts (G42).
N16 : Spirale (Gewinde) fräsen. Es sind programmiert worden:
- der Mittelpunkt (I und J)
- der Kreisbogenwinkel (B5=), 12 Umdrehungen von 360 Grad
- der Gewindesteigung (K).

N17 : Werkzeugradiuskorrektur löschen (G40).
N18 : Werkzeug vom Werkstück wegfahren.
N19 : Werkzeug zurückziehen.

Bei Verwendung einer alternativen Gruppe von Adressen lässt sich der Satz 16 wie folgt umschreiben:

```
N16 G2 X40 Y61 Z-16.5 I40 J40 K1.5
```

Es sind programmiert worden:
- der Kreisendpunkt (X und Y)
- die Tiefe (Z)
- der Kreismittelpunkt (I und J)
- der Gewindesteigung (K).

5.4 G4 Verweilzeit

Zweck

Einlegen einer Verweilzeit in die Ausführung eines Programms.

Format

N... G4 X...
Minimale Verweilzeit: 0,1 Sekunden
Maximale Verweilzeit: 900 Sekunden (15 Minuten).

Parameter

Modale Parameter
S, T, M, H, E..=
T1=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

MODALE PARAMETER

Es empfiehlt sich, diese Funktion in einem gesonderten Satz ohne modale Parameter zu programmieren.
Werden in einem Satz mit Verweilzeit modale Parameter verwendet, so werden diese vor der Verweilzeit ausgeführt.
Jene M-Funktionen die am Ende der Anweisungen in einem Satz ausgeführt werden, werden ebenfalls am Ende der Verweilzeit ausgeführt.

AUSFÜHRUNG

Am Ende der Verweilzeit wird die Bearbeitung in der normalen Weise fortgesetzt.

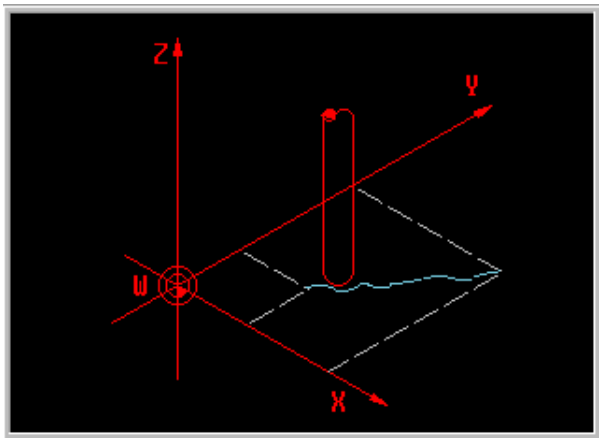
Beispiel

N50 G4 X2.5
Obiger Satz bewirkt eine Verweilzeit von 2.5 Sekunden zwischen zwei Arbeitsgängen.

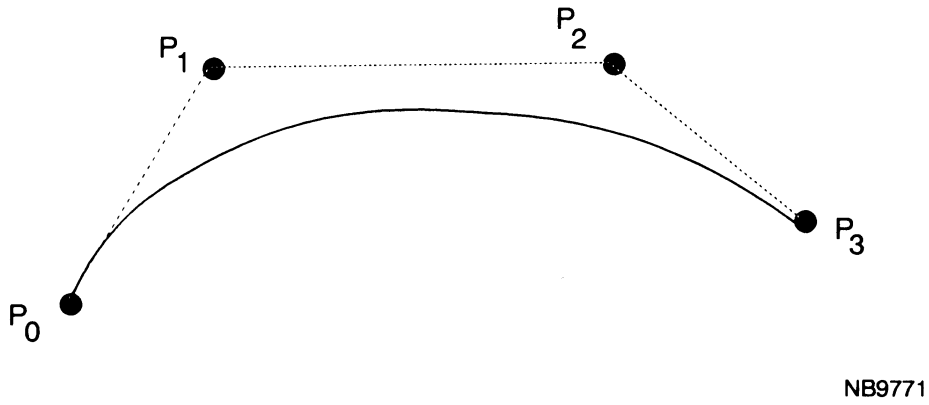
5.5 G6 Splineinterpolation

Zweck

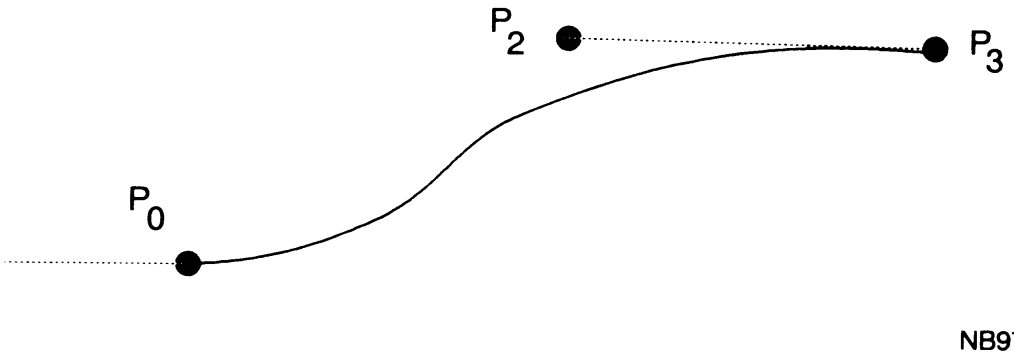
Die Spline-Interpolation der CNC erlaubt es dem Teileprogrammierer, eine Reihe von Punkten einzugeben und die CNC zu veranlassen, durch diese Punkte eine gleichmäßige und saubere Kurve zu erstellen.
Die Anwendung dieser Funktion führt zur Steigerung des dynamischen Verhaltens der Maschine und folglich zu gleichmäßigeren Werkzeugbewegungen und Zunahme der Bearbeitungsgenauigkeit.



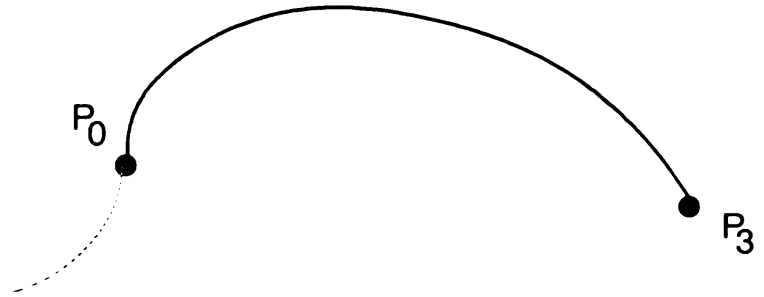
Formate mit Bezier-Splines



Spline mit drei Scheitelpunkten
G6 X61=.. Y61=.. Z61=.. X62=.. Y62=.. Z62=.. X.. Y.. Z..



Spline mit zwei Scheitelpunkten und konstanter Tangente an der vorherigen Spline
G6 X62=.. Y62=.. Z62=.. X.. Y.. Z..



NB9769

Spline mit konstanter Krümmung an der vorherigen Spline
G6 X.. Y.. Z..

Formate mit kubischen Splines

Spline mit allen Koeffizienten definiert
G6 X51=.. Y51=.. Z51=.. X52=.. Y52=.. Z52=.. X53=.. Y53=.. Z53=..

Spline mit konstanter Tangente an der vorherigen Spline
G6 X52=.. Y52=.. Z52=.. X53=.. Y53=.. Z53=..

Spline mit konstanter Krümmung an der vorherigen Spline
G6 X53=.. Y53=.. Z53=..

Parameter

```
G    Splineinterpolation
X    Endpunkt (X-Achse)
Y    Endpunkt (Y-Achse)
Z    Endpunkt (Z-Achse)
X51= Erster Spline Koeffizient
Y51= Erster Spline Koeffizient
Z51= Erster Spline Koeffizient
X52= Zweiter Spline Koeffizient
Y52= Zweiter Spline Koeffizient
Z52= Zweiter Spline Koeffizient
X53= Dritter Spline Koeffizient
Y53= Dritter Spline Koeffizient
Z53= Dritter Spline Koeffizient
X61= Erster Scheitelpunkt (X-Achse)
```

```
Y61= Erster Scheitelpunkt (Y-Achse)
Z61= Erster Scheitelpunkt (Z-Achse)
X62= Zweiter Scheitelpunkt (X-Achse)
Y62= Zweiter Scheitelpunkt (Y-Achse)
Z62= Zweiter Scheitelpunkt (Z-Achse)
```

Bezier Splines

X, Y, Z	Endpunkt (Z-Achse)
X61=, Y61=, Z61	Erster Scheitelpunkt (Y-Achse)
X62=, Y62=, Z62	Zweiter Scheitelpunkt (Y-Achse)

Kubische Splines

X51=,Y51=,Z51=	Erster Spline Koeffizient
X52=,Y52=,Z52=	Zweiter Spline Koeffizient
X53=,Y53=,Z53=	Dritter Spline Koeffizient

Modale Funktionen
F, M

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3
F-Funktionen

Hinweise und Verwendung bei Bezier-Splines

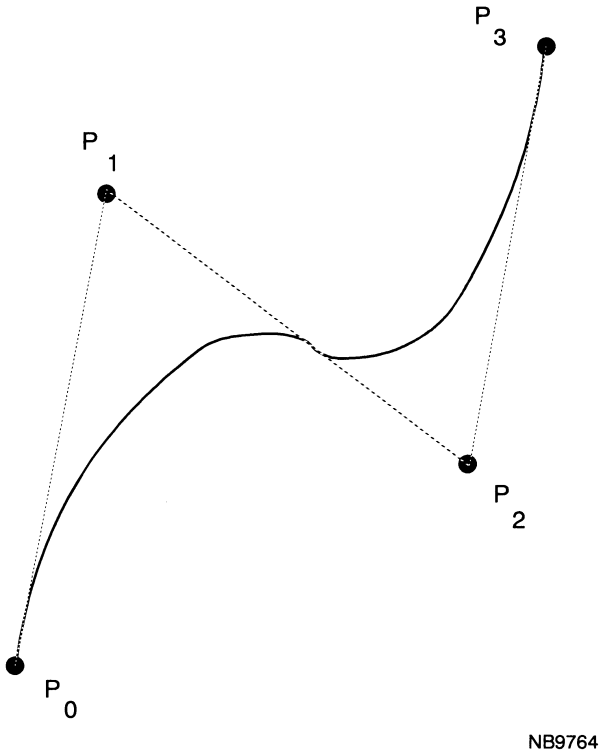
DEFINITION VON BEZIER-SPLINES

Eine Bezier-Spline in der CNC ist eine Spline, die durch vier Punkte, die sog. Scheitelpunkte, definiert sind.
Der erste Punkt der Spline ist die Endpunkt der vorherigen Bewegung. Die Kurve geht durch diesen Punkt. Der erste und zweite Scheitelpunkt sind maßgebend für die Form der Spline. Die Kurve geht nicht durch diese Punkte. Der letzte Punkt ist der Endpunkt der Spline, durch den die Kurve geht.

KOORDINATEN DER SCHEITELPUNKTE

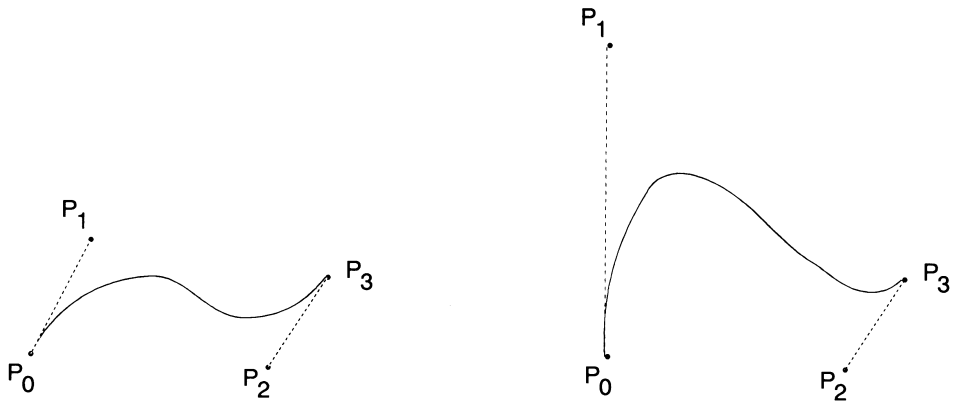
Für die Programmierung der Scheitelpunkte können nur absolute kartesische Koordinaten der Hauptachsen X, Y und Z verwendet werden. Die Koordinaten beziehen sich auf den Programmnullpunkt. Die Koordinaten der drei Achsen müssen eingegeben werden, auch wenn sie nicht geändert sind.

TANGENTE AM ANFANG DER SPLINE



Aus den Koordinaten des ersten Scheitelpunktes (X61=, Y61=, Z61=) lässt sich die Tangente am Anfang der Spline als die Gerade durch den Endpunkt der vorherigen Spline und den ersten Scheitelpunkt errechnen.

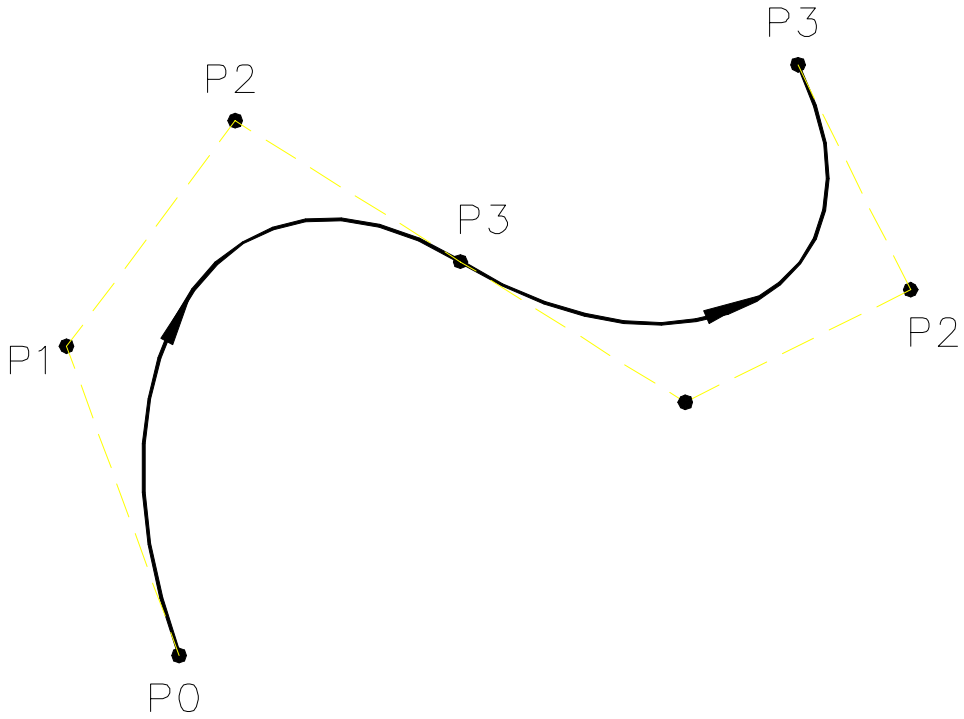
ÄNDERN DER LAGE DES ERSTEN SCHEITELPUNKTES



NB9765

Im obigen Bild sind drei Punkte der Spline feste Punkte. Nur die Lage des ersten Scheitelpunktes wurde geändert. Bitte beachten Sie, dass sich die Form der Kurve dadurch ändert

. TANGENTIALE KONTINUITÄT AM ANFANG DER SPLINE

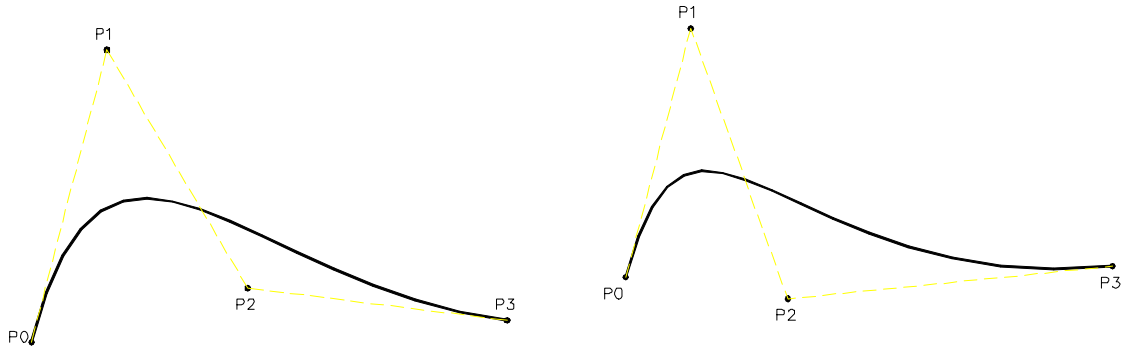


Wenn der erste Scheitelpunkt nicht programmiert ist, so wird die Tangente am Ende der vorherige Spline als die Tangente am Anfang der Spline verwendet.

TANGENTE AM ENDE DER SPLINE

Aus den Koordinaten des zweiten Scheitelpunktes (X62=, Y62=, Z62=) lässt sich die Tangente am Ende der Spline als die Gerade durch den zweiten Scheitelpunkt und den Endpunkt errechnen.

ÄNDERN DER LAGE DES ZWEITEN SCHEITELPUNKTES



Im obigen Bild sind drei Punkte der Spline feste Punkte. Nur die Lage des zweiten Scheitelpunktes wurde geändert. Bitte beachten Sie, dass sich die Form der Kurve dadurch ändert.

KONSTANTE KRÜMMUNG

Wenn der erste und zweite Scheitelpunkt nicht programmiert sind, so wird eine konstante Krümmung zwischen den Splines vorausgesetzt.

STARTEN MIT EINER GRUPPE VON BEZIER-SPLINES

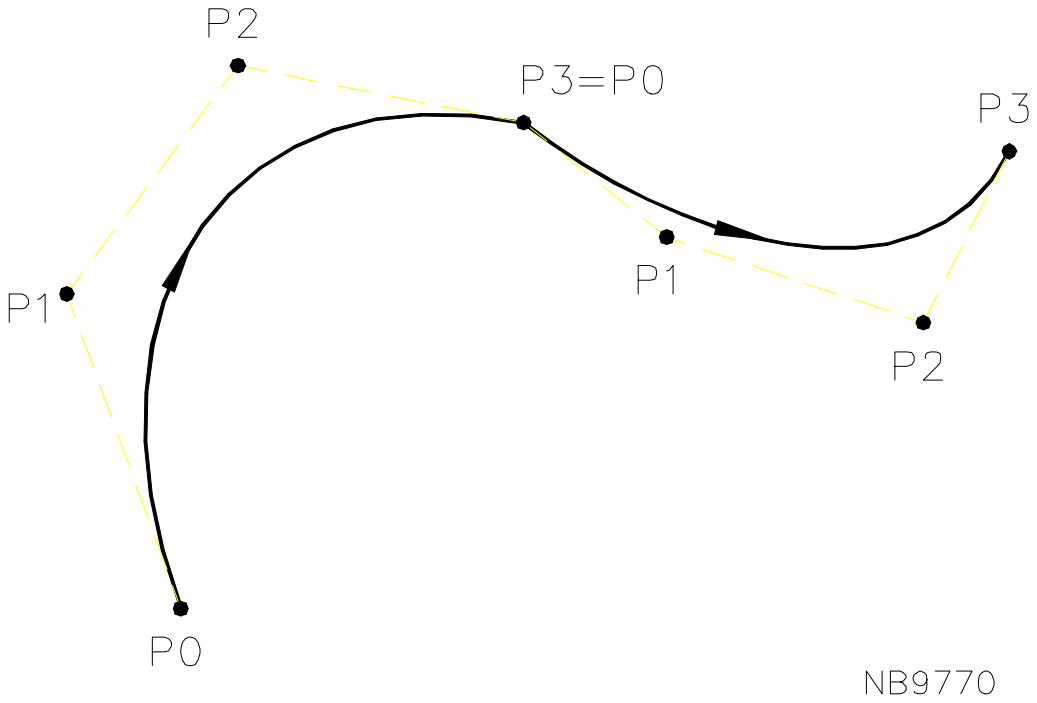
Wenn eine Kurve oder Oberfläche durch eine Gruppe von G6-Sätzen mit Bezier-Splines definiert ist, so muss die erste Spline mit drei Scheitelpunkten programmiert werden.
Zu diesem Zweck kann z.B. eine Spline mit drei gleichen Scheitelpunkten programmiert werden. Die Punkte befinden sich auf einer Geraden die an der Spline im Endpunkt der "Linie" tangiert.

Beispiel:
N10 G1 X10 Y10 Z10
N11 G6 X61=25 Y61=25 Z61=10 X62=25 Y62=25 Z62=10 X25 Y25 Z10
Der Satz N11 ergibt eine Gerade in der XY-Ebene.

VERBINDEN VON SPLINES

Die drei verschiedenen Typen von Bezier-Splines können miteinander verbunden werden, damit sie eine Kurve oder Oberfläche bilden.

ECKE ZWISCHEN KURVEN



Wenn die Splines eine Ecke bilden, so muss die zweite Spline mit drei Scheitelpunkten programmiert werden.

RADIUSKORREKTUR

Bei Splines ist keine Radiuskorrektur vorgesehen. Folglich muss die Werkzeugbahn programmiert werden.

VERBINDUNG ZWISCHEN EINER GERADEN BZW. EINEM KREIS UND EINER BEZIER-SPLINE

Wenn die vorherige Bewegung geradlinig oder kreisförmig ist, so kann ihr Endpunkt als der Startpunkt einer Bezier-Spline mit drei Scheitelpunkten verwendet werden.

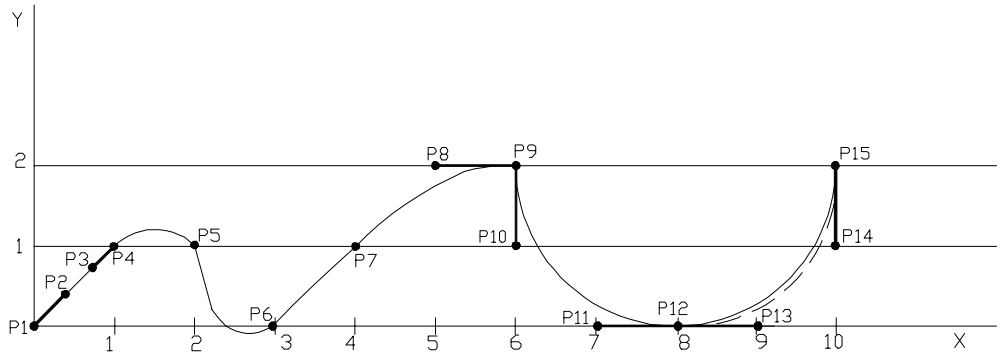
Weil bei Splines keine Radiuskorrektur vorgesehen ist, muss der Endpunkt der Geraden bzw. des Kreises ebenfalls ohne Radiuskorrektur programmiert werden.

ABSOLUTMAß- UND INKREMENTALMAß-PROGRAMMIERUNG (G90/G91)

Ist G91 wirksam während ein Abschnitt mit G6-Sätzen abgearbeitet wird, so gilt die Inkrementalmaßprogrammierung nicht für diese G6-Sätze, sondern nur für die geradlinigen bzw. kreisförmigen Bewegungen.

Es empfiehlt sich, bei Splines immer die Absolutmaßprogrammierung (G90) zu verwenden.

Beispiel:




```
N17001 (Spline Kurve)
N1 G98 X2 Y-6 Z-2 I10 J10 K10
N2 G17
N101 G0 X0 Y0 Z0 F500
N102 G6 X1 X61=0.3 X62=0.7 Y1 Y61=0.3 Y62=0.7 Z0.001 Z61=0 Z62=0
N103 X2 Y1.001 Z0
N104 X3 Y0 Z0.001
N105 X4 Y1 Z0
N106 X6 X62=5.7 Y2 Y62=2 Z0.001 Z62=0
N107 X8 X61=6 X62=7.5 Y0 Y61=1.5 Y62=0 Z0 Z61=0 Z62=0.001
N108 X10 X61=8.5 X62=10 Y2 Y61=0 Y62=1.5 Z0.001 Z61=0.001 Z62=0
N109 G0 X0 Y0 Z0
N110 M30
```

Erläuterung:

N101: Anfangsposition anfahren (P1)
N102: Erstes Element. Gerade. Tangiert an P1-P2 und an P3-P4. Endpunkt ist P4. Alle Koordinaten müssen eingetragen werden. Wähle dafür eine Gerade.
N103: Kurve geht durch P5
N104: Kurve geht durch P6
N105: Kurve geht durch P7
Wenn die Kurve anders ist als gewünscht, müssen mehrere Punkte zugefügt werden.
N106: Kurve geht durch P9 und tangiert an Linie P8-P9.
N107: Neue Kurve mit scharfem Übergang wird definiert. Erstes Kurvenelement fängt an in P9 und tangiert an P9-P10 und an P11-P12. Endpunkt ist P12.
N108: Neue Kurve mit tangentialem Übergang wird definiert. Erstes Kurvenelement fängt an in P12 und tangiert an P12-P13 und an P14-P15. Endpunkt ist P15. Durch ändern von Abstand P14-P15 kann der Krümmungsradius in P15 angepasst werden.
N109: Zurück zum Anfangsposition

Hinweis: Bei G6 müssen gleiche Koordinaten in zwei Sätzen unterschiedlich sein (Z0 und Z0.001)

Hinweise und Verwendung bei kubischen Splines

Eine gute Kenntnis der kubischen Spline-Koeffizienten ist erforderlich. Die Berechnungen werden meist von einem CAD-System durchgeführt, wobei auch die Werkzeugbahn erzeugt wird.

POLYNOMISCHER AUSDRUCK FÜR KUBISCHE SPLINES

Im CNC Pilot-System wird die kubische Spline durch einen polynomischen Ausdruck definiert.

Für die X-Achse, zum Beispiel, lautet der polynomische Ausdruck für die kubische Spline:

X=[X53=]*t^3 + [X52=]*t^2 + [X51=]*t

wobei t ein Parameter bei 0<t>1 ist.

Für die weiteren Achsen wird der gleiche polynomischer Ausdruck mit den programmierten Koeffizienten verwendet, und der gleiche Parameter t für alle Achsen.

Diese drei polynomischen Ausdrücke definieren ein Stück der Oberfläche im Raum.

BESTIMMUNG DER KOEFFIZIENTEN

Die Koeffizienten des polynomischen Ausdrucks kubischer Splines lassen sich nicht auf einfache Weise errechnen. Eine gute Kenntnis der Spline-Koeffizienten ist erforderlich. Die Berechnungen werden meist von einem CAD-System durchgeführt, wobei auch die Werkzeugbahn erzeugt wird.

TANGENTIALE KONTINUITÄT AM ANFANG DER SPLINE

Wenn die Koeffizienten 1. Ordnung nicht programmiert sind, so wird die Tangente am Ende der vorherige Spline als die Tangente am Anfang der Spline verwendet. Die fehlenden Koeffizienten werden aus dieser Tangente errechnet.

KONSTANTE KRÜMMUNG

Wenn die Koeffizienten 1. und 2. Ordnung nicht programmiert sind, so wird eine konstante Krümmung zwischen den Splines vorausgesetzt. Die fehlenden Koeffizienten werden von der Steuerung errechnet.

Hinweis: Die Koeffizienten können nur weggelassen werden, falls sie sich aus den vorherigen Spline-Sätzen errechnen lassen.

STARTEN MIT EINER GRUPPE KUBISCHER SPLINES

Wenn eine Kurve oder Oberfläche durch eine Gruppe von G6-Sätzen mit kubischen Splines definiert ist, so muss die erste Spline mit allen drei Koeffizienten programmiert werden.

Hinweise und Verwendung bei beiden Spline-Typen

MISCHEN VON BEZIER- UND KUBISCHEN SPLINES

Beide Typen von Splines können beliebig gemischt werden.

GRAFISCHE SIMULATION

Die Splines lassen sich im Synchrongrafik darstellen. In den weiteren Grafikmodi wird die Spline-Funktion unterdrückt.

LÖSCHEN Die G6-Funktion wird durch G0, G1, G2/G3 , Programm-Ende (M30), Softkey Programm abbrechen oder nach Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

EBENENAUSWAHL (G17/G18/G19)

Splines sind unabhängig von der ausgewählten Ebene. Die Punkte (Koeffizienten) bestimmen die Ebene in der die Spline hergestellt wird.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (G92/G93)

Wenn zwischen den G6-Sätzen eine Nullpunktverschiebung programmiert ist, so wird diese bei den G6-Sätzen unterdrückt und bei den weiteren Sätzen berücksichtigt.

ACHSENDREHUNG (G92/G93 B4=..)

Achsendrehung wird bei den G6-Sätzen unterdrückt und bei den weiteren Sätzen berücksichtigt.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN UND SPIEGELN (G73)

Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln werden bei den G6-Sätzen unterdrückt und bei den weiteren Sätzen berücksichtigt.

ANFANG DER NÄCHSTEN BEWEGUNG

Im allgemeinen werden Vorschubbewegungen ohne Halt zwischen den Sätzen ausgeführt, was zu gerundeten Übergangen führt.

G28 und Parameter I3= erlauben die Auswahl zwischen Starten der nächsten Bewegung nach einem Werkzeughalt oder Ausführung ohne Halt zwischen den Bewegungen.

Für weitere Informationen seihe auf die Funktion G28 VORSCHUBBEWEGUNGEN I3=0 oder 1 verwiesen.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. Die Verwendung von Eckengenauigkeit (G28 I3=2 oder 3) und Vorschubbegrenzungen (G28 I6=) zusammen mit Spline-Funktionen ist nicht möglich.

2. Die Verwendung der BTR-Funktion zusammen mit Spline-Funktionen ist nicht möglich.

3. Während Geometrie-Betrieb (G64 wirksam) ist keine Spline-Interpolation zulässig.

5.6 G7 Bearbeitungsebene schwenken

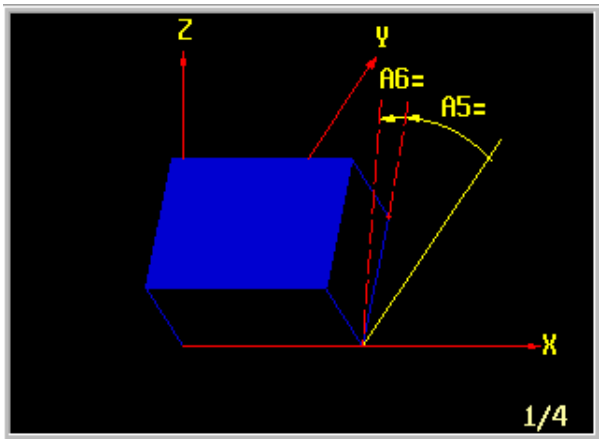
Zweck

Programmierung einer geschwenkten Bearbeitungsebene für vier oder Fünf-Achsenmaschinen.

Mit der Funktion "Bearbeitungsebene schwenken" kann die Lage der Bearbeitungsebene geschwenkt werden. Die in einer Hauptebene (G17, G18) programmierte Bearbeitung kann dann in der geschwenkten Bearbeitungsebene ausgeführt werden. Die Werkzeugachse orientiert sich senkrecht auf die neue Ebene.

Mit der G7 Funktion wird die Verdrehung der Bearbeitungsebene definiert und ausgeführt.

Siehe Paragraph 14.1 "Schwenken der Bearbeitungsebene" auf Pagina 679.



Format

N.. G7 {A5=.. | A6=..} {B5=.. | B6=..} {C5=.. | C6=..} {A7=..} {B7=..} {C7=..} {B47=..} {L1=..} {L..}

Parameter

G	Bearbeitungsebene schwenken
L	Werkzeuglängen-Aufmaß
B47=	E-Par. für Verdrehung Hauptebene
A5=	Absoluter Raumwinkel
B5=	Absoluter Raumwinkel
C5=	Absoluter Raumwinkel
A6=	Inkrementaler Raumwinkel
B6=	Inkrementaler Raumwinkel
C6=	Inkrementaler Raumwinkel
A7=	E-Parameter für Position in A
B7=	E-Parameter für Position in B
L1=	0=Keine,1=Rundachse,2=WZ-Spitze

Zugehörige Funktion

NICHT ZUGELASSENE G-FUNKTIONEN, WENN G7 EINGESCHALTET WIRD

Wenn G7 eingeschaltet wird, dürfen folgende (modale) G-Funktionen nicht aktiv sein:
G6, G9, G19, G41, G42, G43, G44, G61, G64, G73, G141, G182, G197, G198, G199, G200, G201, G203, G204, G205, G206, G207, G208

Wenn G7 eingeschaltet wird, dürfen folgende (modale) G-Funktionen mit untenstehenden Adressen nicht aktiv sein: G54 I1 B4=... und G93 B4=...

NICHT ZUGELASSENE G-FUNKTIONEN INNERHALB G7

Die folgenden G-Funktionen sind nicht zugelassen, wenn G7 aktiv ist:
G6, G19, G182

NICHT ZUGELASSENE G-FUNKTIONEN, WENN G7 ABGESCHALTET WIRD

Wenn G7 abgeschaltet wird, dürfen folgende (modale) G-Funktionen nicht aktiv sein:
G9, G41, G42, G43, G44, G61, G64, G73, G141, G197, G198, G199, G200, G201, G203, G204, G205, G206, G207, G208

Wenn eine von diesen nicht zugelassenen G-Funktionen aktiv ist, bekommt man Fehlermeldung P77 'G-Funktion und Gxxx nicht erlaubt'.

Wenn G7 abgeschaltet wird, dürfen folgende (modale) G-Funktionen mit untenstehenden Adressen nicht aktiv sein: G54 I1 B4=... und G93 B4=...

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

G7-FUNKTION

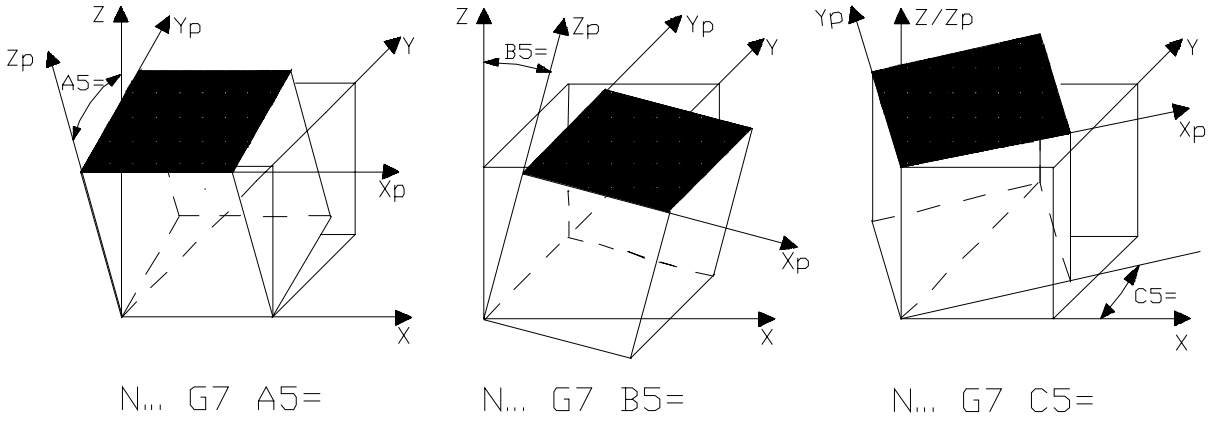
Die frei programmierbare Bearbeitungsebene wird mittels der neuen G7-Funktion definiert:
Die neue Ebene, wird mit dem Originalnullpunkt, aktiv.
Das Werkzeug orientiert sich senkrecht auf die neue Ebene. Welche Achsen sich bewegen, hängt von der Maschinenkonfiguration und der Programmierung ab.
Die Anzeige zeigt die Koordinaten in der neuen (geschwenkten) Ebene an.
Die Handbedienung orientiert sich nach der neuen Ebene.

RAUMWINKEL

A5=, B5=, C5= Definiert den absoluten Winkel, wobei sich die Bearbeitungsebene um die entsprechende positive Achse dreht.

A6=, B6=, C6= Definiert den Inkrementelle Winkel, wobei sich die Bearbeitungsebene um die entsprechende positive Achse dreht.

Wert liegt zwischen -359.999 und 359.999 [Grad]



BEARBEITUNGSEBENE NEU DEFINIEREN

Die Verdrehung der Bearbeitungsebene kann auf zwei Weisen definiert werden:

- Programmieren mit A5=, B5= oder C5= Parametern. Damit werden die absoluten Verdrehungen um die entsprechenden positiven Achsen definiert. Die Verdrehungen werden wie folgt berechnet:
  1. die aktive G7 Verdrehung wird aufgehoben
  2. C5= Verdrehung um die Maschinenfeste positive Z-Achse
  3. B5= Verdrehung um die positive Y-Achse
  4. A5= Verdrehung um die positive X-Achse

- Programmieren mit A6=, B6= oder C6= Parametern. Damit werden die Inkrementelle Verdrehungen um die entsprechenden aktuellen positiven Achsen definiert. Die Verdrehungen werden wie folgt berechnet:
  1. C6= Verdrehung um die aktuelle G7 positive Z-Achse
  2. B6= Verdrehung um die aktuelle G7 positive Y-Achse
  3. A6= Verdrehung um die aktuelle G7 positive X-Achse

Die Programmierung ist unabhängig von der Maschinenkonfiguration. Die Ebeneverdrehung wird in bezug auf den aktuellen Nullpunkt berechnet. Die Bewegung ist von der Maschinenkonfiguration abhängig.

ABFRAGEN EINER BERECHNETEN WINKELPOSITION

A7=, B7=, C7= Enthält die Nummer des E-Parametern, in dem der errechnete Winkel der entsprechenden Rundachse gesetzt wird.

B47= Enthält die Nummer des E-Parametern, in dem der errechnete Winkel der Hauptebene gesetzt wird.

WERKZEUG SENKRECHT AUF DIE DEFINIERTE EBENE SCHWENKEN

Die G7 Schwenkbewegung findet interpoliert mit Eilgang statt. Sie schwenkt die Werkzeugachse auf die definierte Ebene. Es hängt von der Bewegungsart L1= ab, welche Achsen sich bewegen:

- L1=0 Die Achsen bewegen sich nicht (Grundstellung).

  Bemerkung: Die Schwenkbewegung kann dann, mittels der E-Parameter die mit A7=, B7= oder C7= geladen sind, ausgeführt werden. Diese Bewegung muss dann separat programmiert werden.

- L1=1 Nur die Rundachsen interpolieren, die Linearachsen bewegen sich nicht.
- L1=2 Die Rundachsen interpolieren und die Linearachsen führen dazu eine 'Ausgleichbewegung' aus. Dadurch bleibt die Werkzeugspitze, in bezug auf das Werkstück, auf der gleichen Position.

WERKZEUGLÄNGENAUFMAß (L)

Wenn die Schwenkbewegung um die Werkzeugspitze stattfindet (L1=2), definiert L ein Aufmaß in der Werkzeugrichtung, zwischen dem programmierten Endpunkt und der Werkzeugspitze.

AUSSCHALTEN DER G7 FUNKTION

Die Wirkung von G7 bleibt aktiv, bis G7 aufgehoben wird. Durch das Programmieren von G7 ohne Winkelparameter wird G7 aufgehoben.

G7 wird nicht aufgehoben durch M30 oder <Programm Abbruch>. Nach dem Einschalten der Steuerung ist G7 noch immer aktiv. Man kann dann in der G7-Ebene verfahren. Nach Referenzpunktfahren oder <CNC rücksetzen> wird G7 aufgehoben.

Hinweis: Es wird empfohlen, am Anfang jedes Programms mit G7, ein G7 ohne Parameter zu programmieren. Dadurch wird während des Einfahrens des Programms (abbrechen innerhalb der geschwenkten Ebene und neuer Start) die Ebene immer zurückgesetzt. Ohne dieses G7 am Anfang, wird der erste Teil des Programms in der geschwenkten, statt in der ungeschwenkten Ebene ausgeführt.
Diese Programmierung ist ähnlich der Programmierung mit G17/G18 - verschiedene Nullpunkte oder verschiedene Werkzeuge.

RUNDACHSEN

Die Rundachsen können in der geschwenkten Ebene normal programmiert werden. Es liegt in der Verantwortlichkeit des Programmierers, dass die Rundachspositionen mit der G7 Verdrehung übereinstimmen.

ABSOLUTPOSITION G74

Wenn G7 aktiv ist, bezieht sich G74 'Absolutposition' auf die Maschinenkoordinaten. Dieses ist gleich wie in V3.3x.

GRAFIK

Die Grafik zeigt die G7 Ebene als Hauptansicht an. Der Bildschirm wird erneuert, wenn G7 aktiv wird.
Wenn G7 aktiv ist, wird die Position zwischen Werkzeug und Werkstück angezeigt.

ANZEIGE

Wenn G7 aktiv ist, wird in der Anzeige hinter der Werkzeugnummer, eine gelbe Ikone angezeigt. Mittels einem kleinen "p" rechts neben den 'Achsenbuchstaben' wird angezeigt, ob der Position in der schrägen Bearbeitungsebene oder in Maschinenkoordinaten angezeigt wird. Der Bearbeitungsstatus ist mit dem aktuellen Stand der programmierten G7-Raumwinkel erweitert.

In der Softkeygruppe der Jogbetriebsarten erscheint ein neuer Softkey (Jog in G7 Ebene). Mit diesem Softkey kann zwischen der schrägen Bearbeitungsebene und den Maschinenkoordinaten umgeschaltet werden. Wenn die Position in Maschinenkoordinaten angezeigt wird, wird die wirkliche Position der Werkzeugspitze angezeigt.

WERKZEUGWECHSEL

Wenn G7 aktiv ist, ist ein Werkzeugwechsel nicht erlaubt (Fehlermeldung). G7 muss erst abgewählt werden. Um nach dem Werkzeugwechsel wieder in der schrägen Bearbeitungsebene weiter zu arbeiten, muss G7 wieder angewählt werden.

Beispiel:

```
N100 G7 B5=45 L1=1    (Ebene wird gesetzt)
N110 T14              (Werkzeug Vorwahl)
..
N200 G0 Z200          (Die Werkzeugachse wird zurück gezogen)
N210 G7 B5=0 L1=1     (G7 abwählen)
N220 M6               (Werkzeugwechsel)
N230 G0 X.. Y.. Z..   (Eilgang zur neuen Anfangsposition)
N240 G7 B5=45 L1=1    (Kopf wird wieder auf die G7 Ebene gedreht)
```

PALETTEN-, SCHWENKKOPF- ODER WERKZEUGWECHSEL

Bei aktivem G7 kann kein Paletten-, Schwenkkopf- oder Werkzeugwechsel durchgeführt werden. Es wird ein Fehler ausgegeben und das Programm muss abgebrochen werden. G7 muss vor diesen Wechseln deaktiviert werden.

BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN MIT M53/M54

Bei gemischtem Betrieb mit G7 und M53/M54 muss vor der Programmierung von G7 die Schwenkkopfpositionierung M53/M54 mit M55 abgewählt werden. Dabei wird der unter Umständen aktiven Kopfversatz abgewählt.

NICHT ZUGELASSENE M-FUNKTIONEN, WENN G7 EINGESCHALTET WIRD

Wenn G7 eingeschaltet wird, dürfen folgende M-Funktionen nicht aktiv sein:
M53, M54

NICHT ZUGELASSENE M-FUNKTIONEN, INNERHALB G7

Die folgende M-Funktionen sind nicht zugelassen, wenn G7 aktiv ist:
M6, M46, M53, M54, M60, M61, M62, M63, M66

FEHLERMELDUNGEN

P77 G-Funktion und Gxxx nicht erlaubt

Dieser Fehlertext gibt an, welche Kombination von G-Funktionen nicht zugelassen ist. z.B. wird G7 programmiert, wenn G41 aktiv ist, kommt der Fehler P77 'G-Funktion und G41 nicht erlaubt'.

P306 Ebene nicht eindeutig definiert

Die G7 Ebene ist mit einer Mischung von absoluten Winkeln (A5=, B5=, C5=) und Inkrementelle Winkeln (A6=, B6=, C6=) definiert.
Lösung: Nur absolute oder inkrementelle Winkel verwenden. Wenn notwendig, können mehrere G7 Definitionen mit inkrementelle Winkeln hintereinander definiert werden.

P307 Programmebene nicht erreichbar

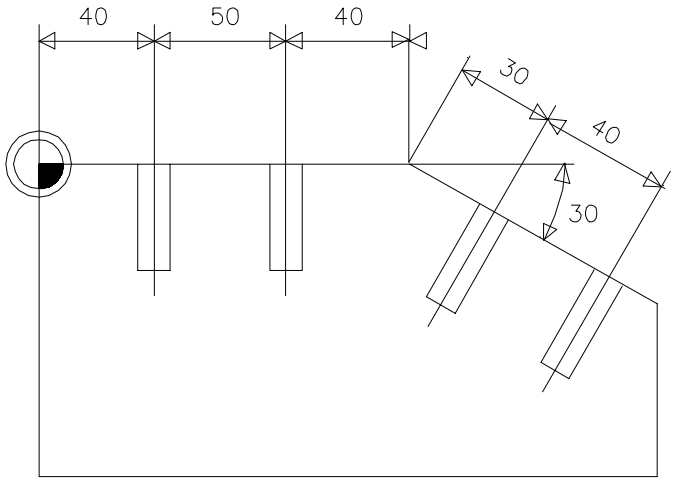
Die definierte G7 Schrägstellung kann wegen eines beschränkten Bereiches der Rundachsen, nicht erreicht werden.
Lösung: Bei bestimmten Maschinentypen kann Kopf geschwenkt werden und wird Ebene erreichbar.

MASCHINENKONSTANTEN

MC 312 Freie Bearbeitungsebene (0=aus, 1=ein)
Aktiviert die freie Bearbeitungsebene. Die G7 Funktion kann programmiert werden.

MC 755 Freie Bearbeitungsebene: Drehung (0=Koord.Kreuz, 1=Achsen)
Wenn die gewünschte Drehung der Bearbeitungsebene mit der Drehung einer Rundachse übereinstimmt, kann hier eingestellt werden, ob die betroffene Rundachse oder das Koordinatenkreuz gedreht wird.
z.B. auf einer Maschine mit (wirklicher C-Achse) ergibt die Programmierung G7 C5=30 und MC755=0 eine Drehung des Koordinatenkreuzes um -30° und MC755=1 eine Drehung der C-Achse um 30°.

Beispiel 1 Werkstück mit schräger Bearbeitungsebene.




```
N10 G17
N20 G54
N30 M55
N40 G7 L1=1
N..
N100 G81 Y1 Z-30
N110 G79 X40 Z0
N120 G79 X90
N..
N200 G0 X130 Z50
N210 G93 X130
N220 G7 B5=30 L1=2 L50
N230 G79 X30 Z0
N240 G79 X70
N..
N300 G7 L1=2 L50
```

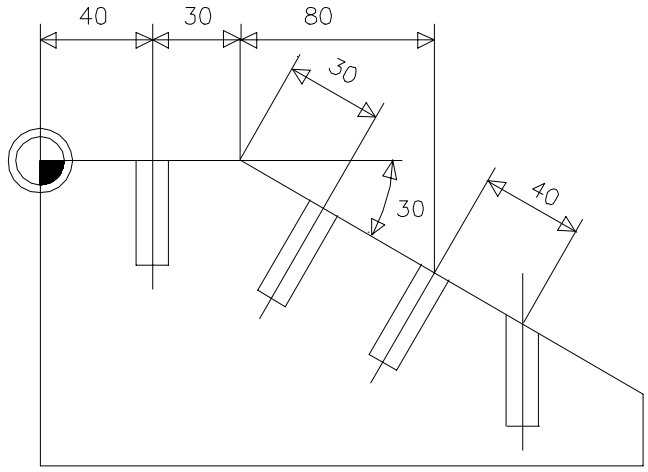
Erläuterung:

N10 Bearbeitungsebene definieren
N20 Nullpunktverschiebung
N30 Abwählen von M53/M54
N40 Zurücksetzen G7

N100 Bohrzyklusdefinition
N110 Erstes Loch in der horizontalen Ebene bohren
N120 Zweites Loch in der horizontalen Ebene bohren
N.. Andere Bewegungen in der horizontalen Ebene

N200 Werkzeug wird auf Sicherheitsabstand gesetzt.
N210 Nullpunkt wird an den Anfang der geschwenkten Bearbeitungsebene gesetzt.
N220 G7 Definieren neue Bearbeitungsebene
B5=30 Drehwinkel
L1=2 Werkzeug/Tisch dreht sich um die Werkzeugspitze
L50 Extra Aufmaß in Werkzeugrichtung. Dadurch dreht sich das Werkzeug um den Nullpunkt. Der Abstand der Werkzeugspitze zum Nullpunkt ist 50 mm.
N230 Erstes Loch in der geschwenkten Bearbeitungsebene bohren
N240 Zweites Loch im der geschwenkten Bearbeitungsebene bohren
N.. Andere Bewegungen in der schrägen Bearbeitungsebene
N300 Zurückdrehen auf die horizontale Ebene.

Beispiel 2 Werkstück mit schräger Bearbeitungsebene.




```
N10 G17
N20 G54
N30 M55
N40 G7 L1=1
N..
N100 T1 M6
N110 G81 Y1 Z-30
N120 G79 X40 Z0
N..
N200 T2 M6
N210 X70 Z50
N220 G93 X70
N230 G7 B5=30 L1=2 L50
N240 G1 X0 Z0
N250 X150
N..
N300 T1 M6
N310 G79 X30 Z0
N320 G92 X=80:cos(30)
N330 G79 X0 Z0
N..
N400 G92 X=40
N410 G0 X0 Z50
N420 G7 B5=0 L1=2 L50
N430 G79 X0 Z0
N..
N500 M30
```

Erläuterung:

N10	Bearbeitungsebene definieren
N20	Nullpunktverschiebung
N30	Abwählen von M53/M54
N40	Zurücksetzen G7
N100	Bohrer einwechseln
N110	Bohrzyklus definieren
N120	Bohren eines Loches in der horizontalen Ebene
N..	Andere Bewegungen in der horizontalen Ebene

N200 Fräse einwechseln
N210 Werkzeug wird auf Sicherheitsabstand gesetzt.
N220 Nullpunktverschiebung
N230 G7 Definieren neue Bearbeitungsebene
B5=30 Drehwinkel
L1=2 Werkzeug/Tisch dreht sich um die Werkzeugspitze
L50 Extra Aufmaß in Werkzeugrichtung. Dadurch dreht sich das Werkzeug um den Nullpunkt. Der Abstand der Werkzeugspitze zum Nullpunkt ist 50 mm.
N240 Positionierung der Fräse auf der geschwenkten Ebene.
N250 Fräsen der schrägen Ebene.
N.. Andere Bewegungen in der geschwenkten Bearbeitungsebene

N300 Bohrer einwechseln
N310 Erstes Loch in der geschwenkten Bearbeitungsebene bohren
N320 Inkrementelle Nullpunktverschiebung
N330 Zweites Loch in der geschwenkten Bearbeitungsebene bohren
N.. Andere Bewegungen in der geschwenkten Bearbeitungsebene

N400 Inkrementelle Nullpunktverschiebung
N410 Werkzeug wird auf Sicherheitsabstand gesetzt.
N420 G7 Bearbeitungsebene schwenken abwählen
Zurückdrehen auf die horizontale Ebene.
B5=0 Drehwinkel
L1=2 Werkzeug/Tisch dreht sich um die Werkzeugspitze
L50 Extra Aufmaß in Werkzeugrichtung. Dadurch dreht sich das Werkzeug um den Nullpunkt. Der Abstand der Werkzeugspitze zum Nullpunkt ist 50 mm.
N430 Drittes Loch in der horizontalen Bearbeitungsebene bohren
N.. Andere Bewegungen in der horizontalen Bearbeitungsebene

N500 Programm-Ende.

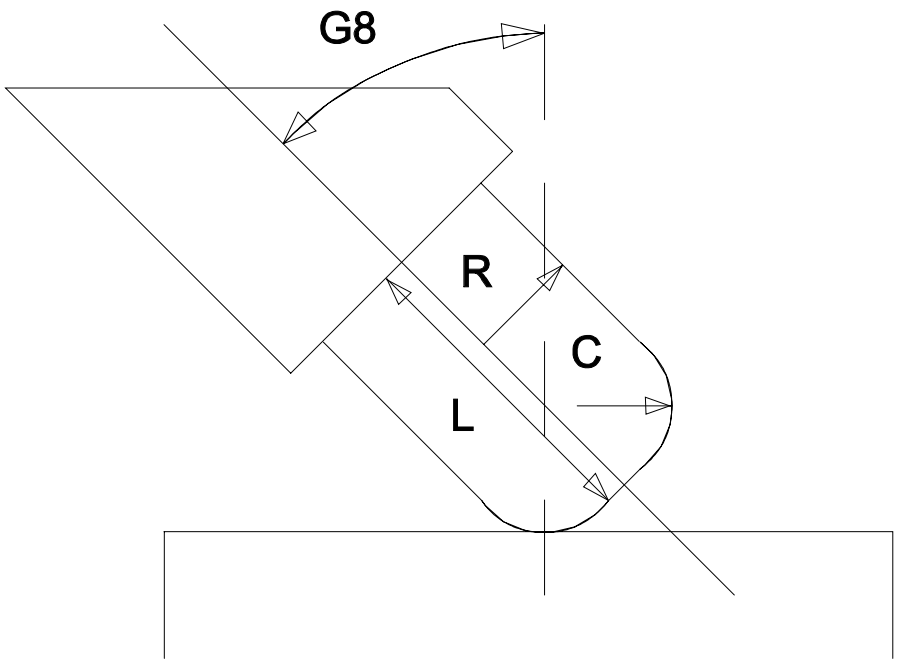
5.7 G8 Werkzeug nachführen

Zweck

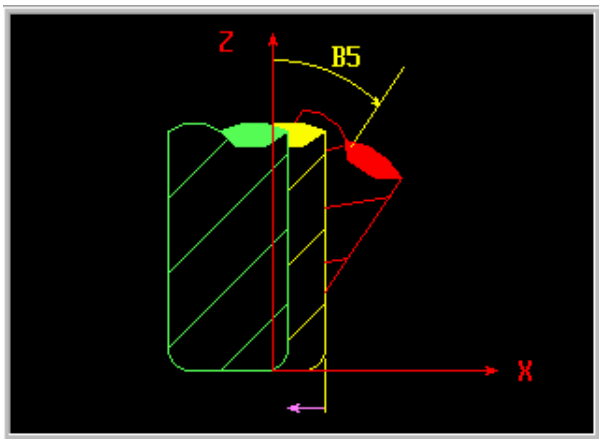
Programmieren einem geschwenkten Werkzeug für vier oder Fünf-Achsenmaschinen.

Mit der Funktion "Werkzeug nachführen" kann die Werkzeugrichtung, in bezug auf die Bearbeitungsebene, schräg gestellt werden. Damit wird Sturzfräsen ermöglicht und die Schnittbedingungen beim Fräsen und damit die Oberflächengüte wesentlich verbessert wird.

Siehe auch Bearbeitungsebene schwenken G7.



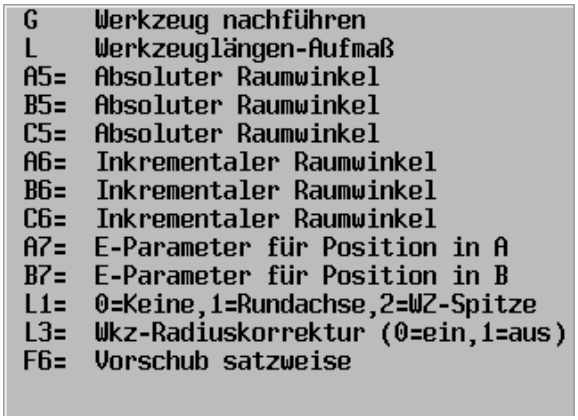
L, R und C aus der Werkzeugtabelle.



Format

N.. G8 {A5=.. | A6=..} {B5=.. | B6=..} {C5=.. | C6=..} {A7=..} {B7=..} {C7=..} {L} {L1=..} {F6=..} {F}

Parameter



Zugehörige Funktion

NICHT ZUGELASSENE G-FUNKTIONEN INNERHALB G8

Die folgenden G-Funktionen sind nicht zugelassen, wenn G8 aktiv ist:
G6, G19, G40, G41, G42, G43, G44, G141, G180, G182

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

RAUMWINKEL

A5=, B5=, C5= Definiert den absoluten Winkel, wobei sich die Werkzeugrichtung in bezug auf die 'normale' Werkzeugachse dreht.

A6=, B6=, C6= Definiert den inkrementelle Winkel, wobei sich die Werkzeugrichtung in bezug auf die 'normale' Werkzeugachse dreht.

Wert liegt zwischen -359.999 und 359.999 [Grad]

WERKZEUGRICHTUNG NEU DEFINIEREN

Die Verdrehung der Werkzeugrichtung kann auf zwei Weisen definiert werden:

- Programmieren mit A5=, B5= oder C5= Parametern. Damit werden die absoluten Verdrehungen um die entsprechenden positiven Achsen definiert. Die Verdrehungen werden wie folgt berechnet:
  1. die aktive G8 Verdrehung wird aufgehoben
  2. C5= Verdrehung um die maschinenfesten positive Z-Achse
  3. B5= Verdrehung um die positive Y-Achse
  4. A5= Verdrehung um die positive X-Achse

- Programmieren mit A6=, B6= oder C6= Parametern. Damit werden die inkrementelle Verdrehungen um die entsprechenden aktuellen positiven Achsen definiert. Die Verdrehungen werden wie folgt berechnet:
  1. C6= Verdrehung um die aktuelle G8 positive Z-Achse
  2. B6= Verdrehung um die aktuelle G8 positive Y-Achse
  3. A6= Verdrehung um die aktuelle G8 positive X-Achse

Die Programmierung ist unabhängig von der Maschinenkonfiguration. Die Ebeneverdrehung wird in bezug auf den aktuellen Nullpunkt berechnet. Die Bewegung ist von der Maschinenkonfiguration abhängig.

ABFRAGEN EINER BERECHNETEN WINKELPOSITION

A7=, B7=, C7= Enthält die Nummer der E-Parametern, in den der berechnete Winkel der entsprechenden Rundachse gesetzt wird.

VORSCHUB

F6= ist ein lokaler Vorschub, der nur aktiv ist in dem Satz, in die er programmiert worden ist. In diesem Fall ist das, das Schwenken des Werkzeugs. F ist der normale Vorschub und gilt auch für die nachfolgenden Sätze.

SCHWENKBEWEGUNG

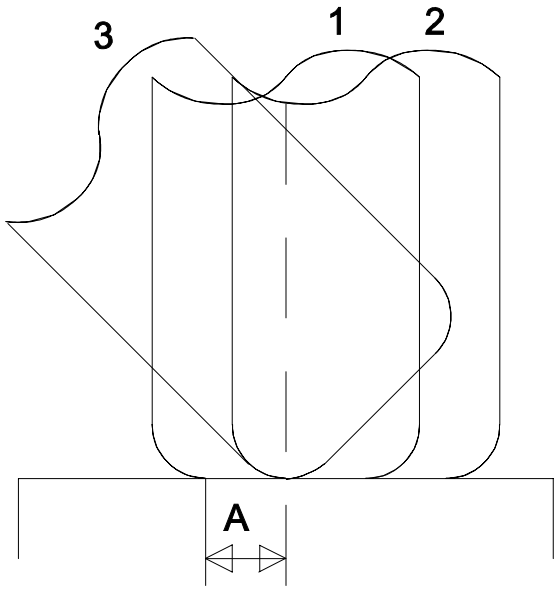
Die G8 Schwenkbewegung findet interpoliert mit Vorschub (F6=) statt. Sie schwenkt die Werkzeugachse auf die definierte Ebene. Es hängt von der Bewegungsart L1= ab, welche Achsen sich bewegen:

- L1=0 Die Rundachsen bewegen sich nicht (Grundstellung).

  Bemerkung: Die Schwenkbewegung kann, mittels E-Parameter die mit A7=, B7= oder C7= geladen sind, programmiert oder manuell ausgeführt werden.

- L1=1 Nur die Rundachsen schwenken, die Linearachsen bewegen sich nicht.
- L1=2 Die Rundachsen schwenken und die Linearachsen führen eine Ausgleichbewegung aus. Dadurch bleibt die Kontaktpunktposition X, Y, Z.

  Liegt der Kontaktpunkt auf dem Werkzeugeckenradius, dann ist die Bewegung nur eine Rotation.
  Ist der Kontaktpunkt die Werkzeugspitze und der Eckenradius (C) ist kleiner als der Werkzeugradius (R), dann wird eine Ausgleichsbewegung gemacht, so dass sich der Kontaktpunkt von der Werkzeugspitze zum Eckenradius verschiebt.



Bei Zylinderfräsern (mit Eckenradius C < Fräserradius R) gilt folgende Besonderheit:
Beim Schwenken von der senkrechten (1) zur schrägen Position (2 --> 3) oder umgekehrt, verschiebt sich der Kontaktpunkt von der Fräsmitte zum Eckenradius (A) und umgekehrt. Eine Ausgleichsbewegung an der Werkzeugspitze sorgt dafür, dass die aktuelle Kontaktposition X, Y, unverändert bleibt.

ACHTUNG: Die Bewegungen beim Aufsetzen/Aufheben der Werkzeugkorrektur innerhalb G8 können Kollisionsgefahr zur Folge haben. Es ist die Verantwortlichkeit des Programmierers (Bedieners) dies zu vermeiden.

WERKZEUGLÄNGEN-AUFMAß

Wenn die Schwenkbewegung um den Werkzeugkontaktpunkt stattfindet (L1=2), definiert L eine extra Aufmaß in der Werkzeugrichtung zwischen dem Drehpunkt und der Werkzeugspitze.

WERKZEUGRADIUSKORREKTUR (L3=)

Abhängig der Werkzeugradiuskorrektur (L3=) wird die Radiuskorrektur verrechnet.
Wenn L3=1 wird der Radius (R) und Eckenradius (C) nicht berücksichtigt. Das Werkzeug dreht sich dann um den Werkzeugspitze. Eine Ausgleichbewegung wird nicht gemacht.
Wenn L3=0 wird der Radius (R) und Eckenradius (C) berücksichtigt. Das Werkzeug dreht sich und eine Ausgleichbewegung wird gemacht.
Grundstellung L3=0.

WERKZEUGKORREKTUR

Während der Funktion "Werkzeug schwenken" (G8) werden die Werte L, R, und C, abhängig von der Werkzeugradiuskorrektur (L3=), für das Werkzeug korrigiert
Diese G8 Werkzeugkorrektur ist unabhängig von G40, G41, G42, G43, G44 und ist immer wirksam.
Am Anfang und Ende der Werkzeugkorrektur wird, wenn der Eckenradius (C) kleiner ist als der Werkzeugradius (R), eine Ausgleichbewegung ausgeführt, so dass der Kontaktpunkt von der Werkzeugspitze zum Eckenradius verschiebt.
Ändern sich die Werkzeugabmessungen (L, R, C) bei aktivem G8, so wird die aktuelle Position der Linearachsen neu berechnet.

AUSSCHALTEN DER G8 FUNKTION

Die Wirkung von G8 bleibt aktiv, bis G8 aufgehoben wird. Durch das Programmieren von G8 ohne Winkelparameter wird G8 aufgehoben.
G8 wird nicht aufgehoben durch M30 oder <Programm Abbruch>. Nach Einschalten der Steuerung ist G8 noch immer aktiv. Nach Referenzpunktfahren oder <CNC rücksetzen> wird G8 aufgehoben.

Hinweis: Es wird empfohlen, am Anfang jedes Programms mit G8, ein G8 ohne Parameter zu Programmieren. Dadurch wird während des Einfahren des Programms (Abbruch bei geschwenktem Werkzeug und neues Starten) die Werkzeugrichtung immer zurückgesetzt. Ohne dieses G8 am Anfang, wird der erste Teil des Programms in der geschwenkten, statt in der ungeschwenkten Ebene ausgeführt.
Die Programmierung ist ähnlich der Programmierung mit G7/G17/G18 - verschiedene Nullpunkte oder verschiedene Werkzeuge.

KONFIGURATION

Werkzeug schwenken (G8) kann für Maschinen verwendet werden, bei denen ein kinematischem Modell definiert und eingetragen ist. Siehe Paragraph 15.1.3 "Kinematischem Modell" auf Pagina 682.

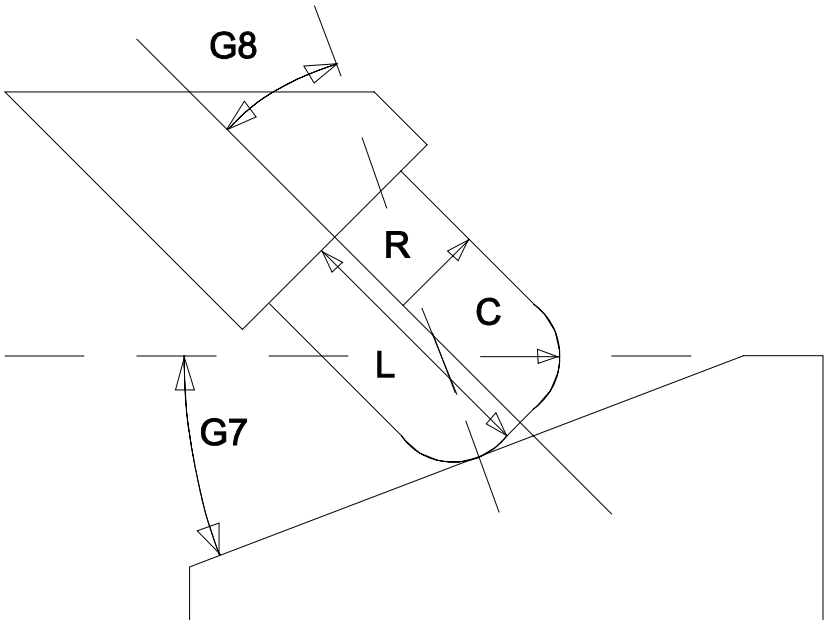
GRAFIK

G8 hat keinen Einfluss auf die Grafik.

ANZEIGE

Wenn G8 aktiv ist, wird in der Anzeige hinter der Werkzeugnummer, eine gelbe Ikone angezeigt.
Mittels einer kleinen 'p' rechts neben den 'Achsenbuchstaben' wird angezeigt, ob der Position der Werkzeugspitze angezeigt wird oder die Position in Maschinenkoordinaten.

Beispiel: Werkstück mit schräger Bearbeitungsebene und schrägem Werkzeug.




```
N10 G17
N20 G54
N30 M55
N40 G7 L1=1
N50 G8 L1=1
..
N100 G0 X130 Z50
N110 G93 X130
N120 G7 B5=-30 L1=2
N130 G8 B5=30 L1=2
..
N200 G8
N210 G7 L1=2
```

Erläuterung:

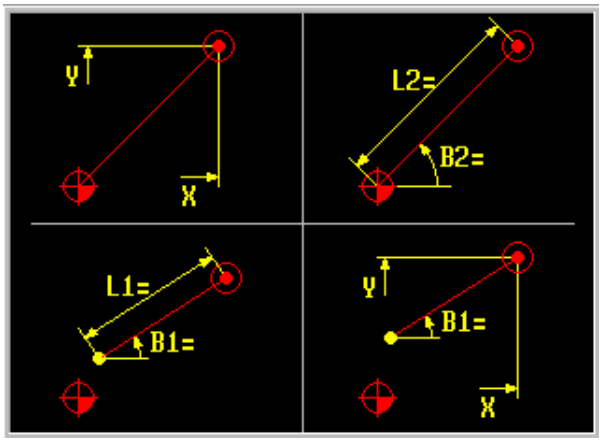
N10 Bearbeitungsebene definieren
N20 Nullpunktverschiebung
N30 Abwählen von M53/M54
N40 Zurücksetzen G7
N50 Zurücksetzen G8
N100 Werkzeug wird auf Sicherheitsabstand gesetzt.
N110 Nullpunkt wird an den Anfang der geschwenkten Bearbeitungsebene gesetzt.
N120 G7 Definieren einer neuen Bearbeitungsebene.
B5=-30 Drehwinkel
L1=2 Werkzeug/Tisch dreht sich um die Werkzeugspitze.
N130 G8 Definieren einer neuen Schrägstellung des Werkzeuges.
B5=30 Drehwinkel
L1=2 Werkzeug dreht sich um die Werkzeugspitze und eine Ausgleichsbewegung wird durchgeführt.
N200 Werkzeug wieder senkrecht auf Bearbeitungsebene drehen (Dreh- und Ausgleichsbewegung).
N210 Zurückdrehen auf die horizontale Ebene.

5.8 G9 Polpunkt (Maßbezugspunkt) definieren

Zweck

Programmierung eines Polpunktes. Wurde eine Polpunkt programmiert, beziehen sich Programmsätze mit polarer Programmierung (Winkel und Länge) nicht mehr auf den Nullpunkt, sondern auf den zuletzt programmierten Polpunkt.

Der Polpunkt wird in Abhängigkeit des modal gültigen Maßsystems G90/G91 programmiert. Darüber hinaus kann er wortweise absolut, inkrementelle oder gemischt absolut/inkrementelle programmiert werden.



Format

G17 aktiv: N.. G9 X.. Y.. {X90=...} {X91=...} {Y90=...} {Y91=...}
G18 aktiv: N.. G9 X.. Z.. {X90=...} {X91=...} {Z90=...} {Z91=...}
G19 aktiv: N.. G9 Y.. Z.. {Y90=...} {Y91=...} {Z90=...} {Z91=...}

Pol deaktivieren (gleich Werkstücknullpunkt)
N.. G9 X0 Y0

Polpunkt in Polarkoordinaten (G17, G18, G19 aktiv):
absolut:
N.. G9 B2=.. L2=.. {B1=..} {L1=..}

Parameter

G	Polpunkt definieren
X	Polkoordinate
Y	Polkoordinate
Z	Polkoordinate
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
?90=	Polkoordinate abs. (X,Y,Z..)
?91=	Polkoordinate inkr. (X,Y,Z..)
L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge

Zugehörige Funktion

G0, G1, G2, G3, G11, G40, G41, G42, G43, G61, G62, G64, G77, G78, G79, G92, G93, G145,

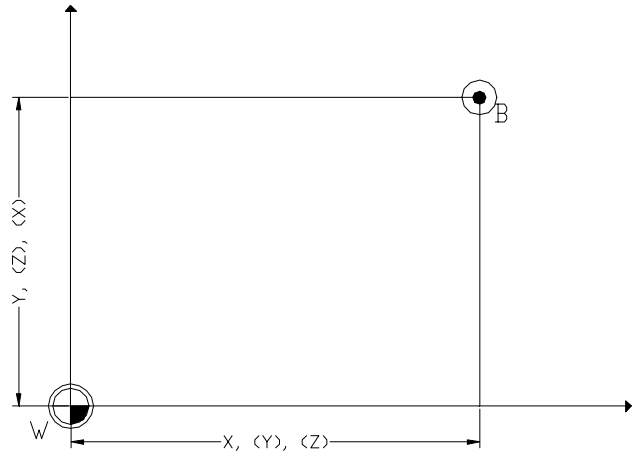
Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

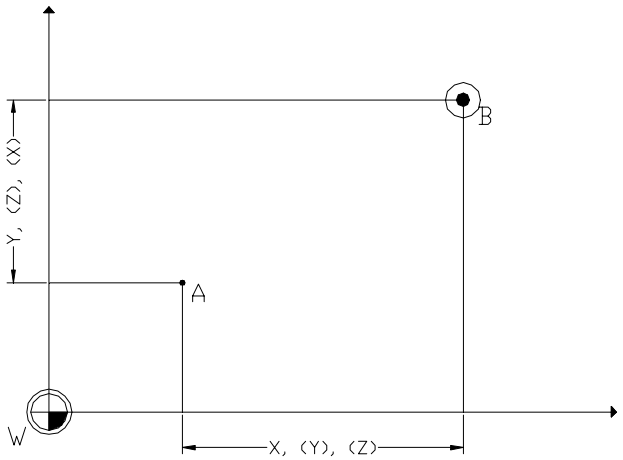
Polpunkt in kartesischen Koordinaten:

Polpunkt in absoluten Koordinaten:
Der programmierten Koordinaten beziehen sich auf den Werkstücknullpunkt.



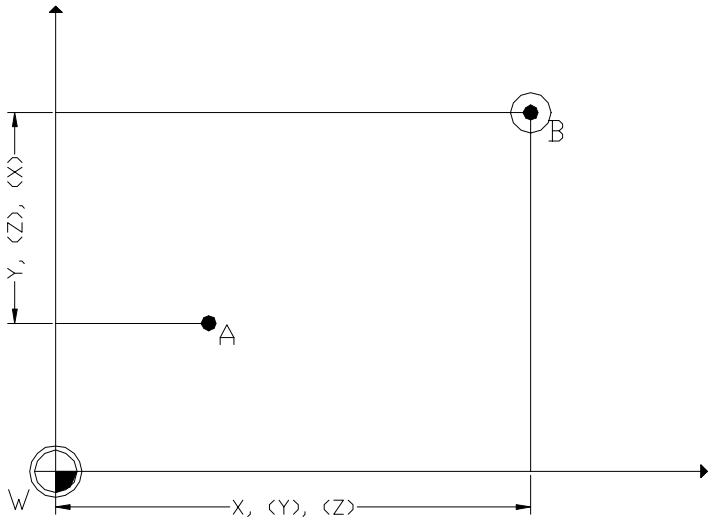
B = Polpunkt
N.. G9 X.. Y..

Polpunkt in inkrementelle Koordinaten:
Der programmierten Koordinaten beziehen sich auf die Ist-Position.



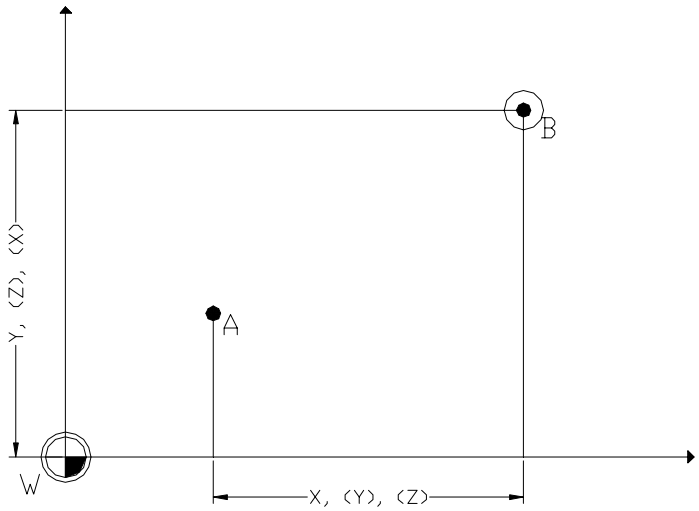
A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt
N... G9 X91=... Y91=...

Polpunkt in gemischt absolut/inkrementell Koordinaten:



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N... G9 X... Y91=...

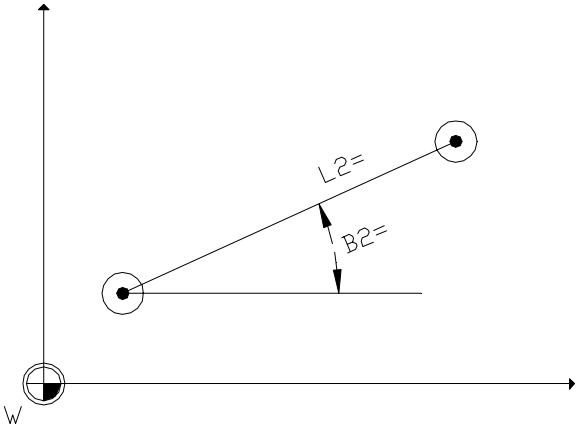


A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N... G9 X91=.. Y..

Polpunkt in Polarkoordinaten (G17, G18, G19 aktiv):

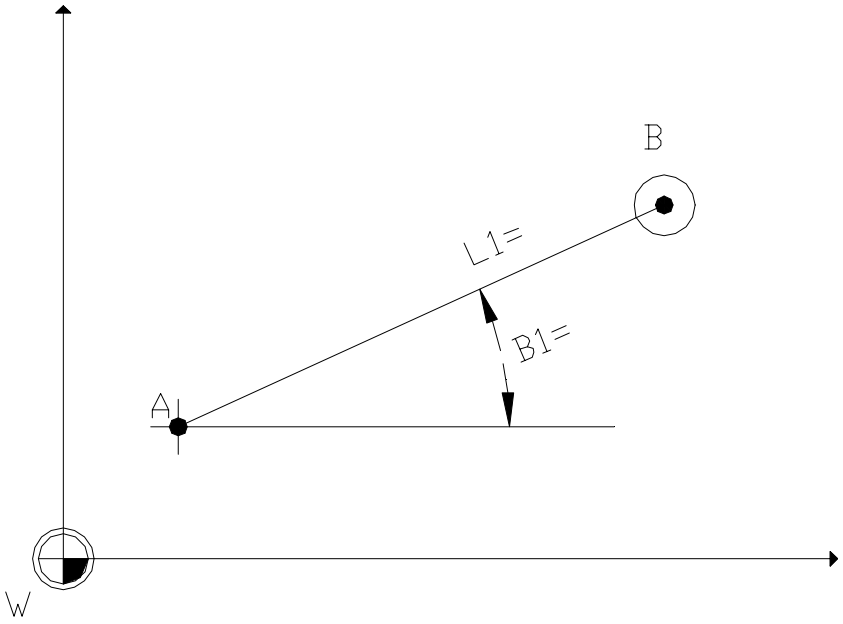
Polpunkt in absoluten polaren Koordinaten:
Die polaren Koordinaten B2= und L2= beziehen sich auf den zuletzt aktiven Polpunkt.



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N.. G9 B2=.. L2=..

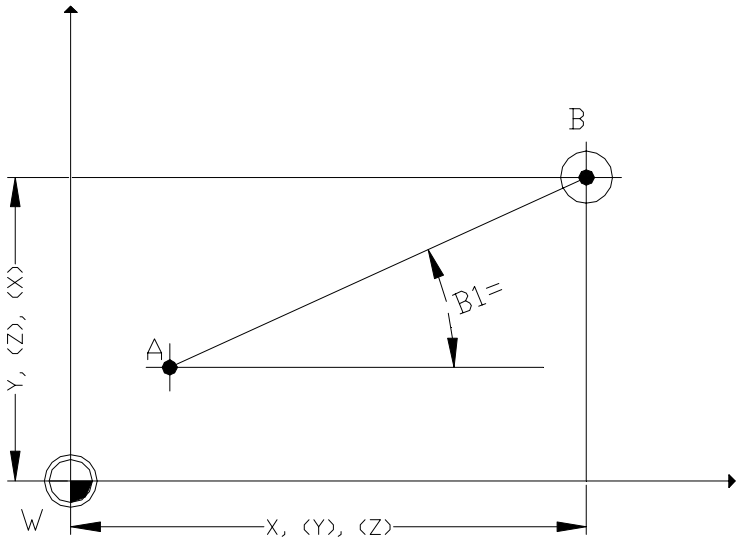
Polpunkt in inkrementelle polaren Koordinaten:
Die polaren Koordinaten B1= und L1= beziehen sich auf die Ist-Position.



A = Endpunkt letzter Bewegung
B = neuer Polpunkt

N.. G9 B1=.. L1=..

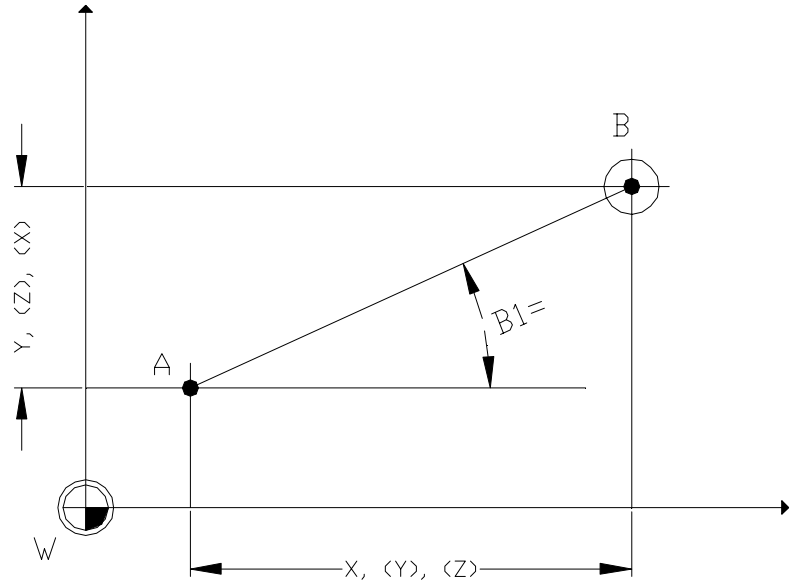
Gemischte Programmierung: kartesisch absolut/polar:



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N.. G9 X.. B1=..

Gemischte Programmierung: kartesisch inkrementell/polar:



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

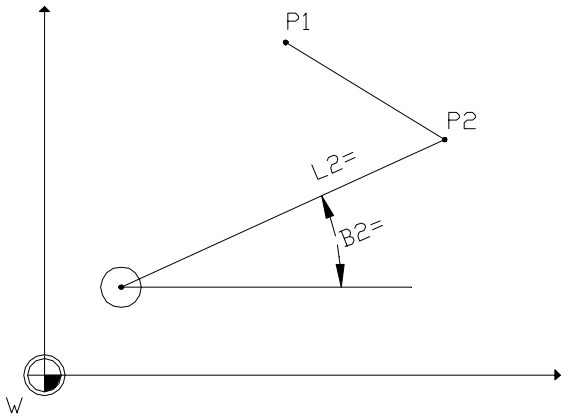
N.. G9 X91=.. B1=..

- Poldefinitionen sind nur in der aktiven Arbeitsebene zulässig
- vor Aufruf des G9 Satzes, liegt der Polpunkt am Werkstücknullpunkt (Polpunkt = 0)
- der Polpunkt ist modal wirksam
- der Polpunkt kann beliebig oft neu definiert werden.
- Bei Ebenenwechsel mit G17, G18, G19 wird der Polpunkt auf 0 (Null) gesetzt.

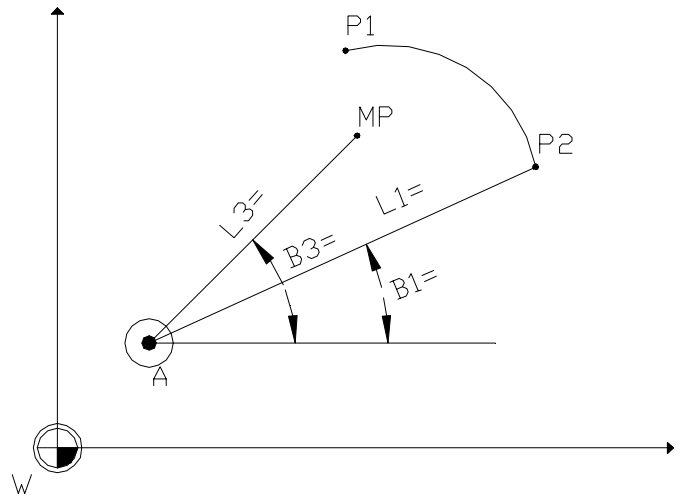
Endpunkt polar definieren:
Bei der absoluten, polaren Programmierung beziehen sich die Pollängen L2= bzw. L3= und Polarwinkeln B2= bzw. B3= nicht mehr auf den Nullpunkt, sondern auf den Polpunkt.

Falls kein Polpunkt definiert wurde, ist der Polpunkt = 0 (Null) und somit gleich dem aktiven Nullpunkt.

Polare Punktedefinition
Polare Punktedefinition mit Pol ist in folgenden G-Funktionen möglich:
G0, G1, G40..G44, G61, G62, G77, G78, G79, G145

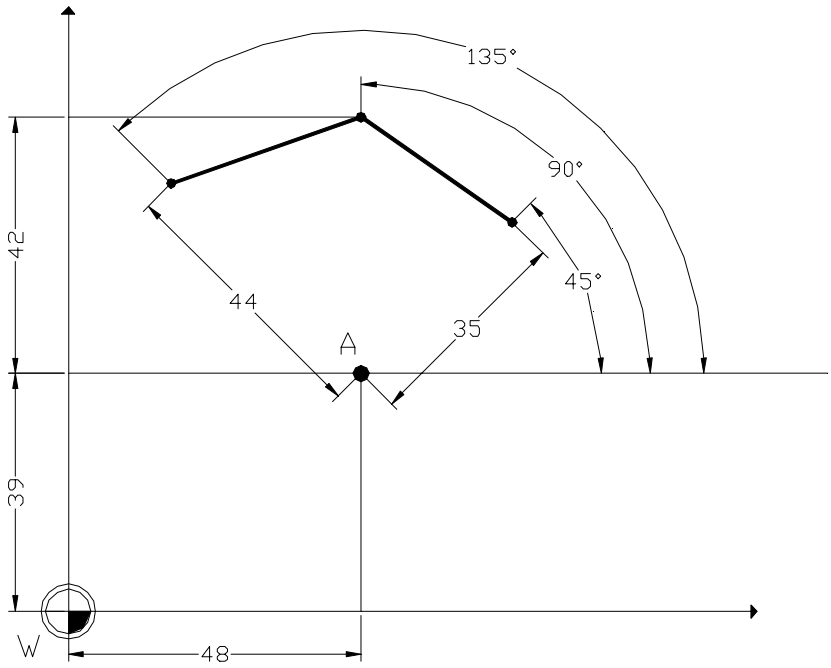


Polar Kreisdefinition
In G2- und G3-Sätzen können Mittel- und Endpunkt polar mit Polpunkt programmiert werden.



ICP/Geometrieberechnung G64
G1, G2 und G3-Sätze mit B2=, B3= und L3= Programmierung können innerhalb G64 und ICP programmiert werden. Sie beziehen sich auf den aktiven Polpunkt. Der Polpunkt selbst kann nur innerhalb G64 jedoch nicht innerhalb von ICP geändert werden.

Beispiel



B = neuer Polpunkt

N30 G9 X48 Y39
N40 G1 B2=135 L2=44
N50 G1 B2=90 L2=42
N60 G1 B2=45 L2=35

Erläuterung:
N30 Definition neuer Polpunkt
N40 Definition Endpunktkoordinaten bezogen auf neuen Polpunkt

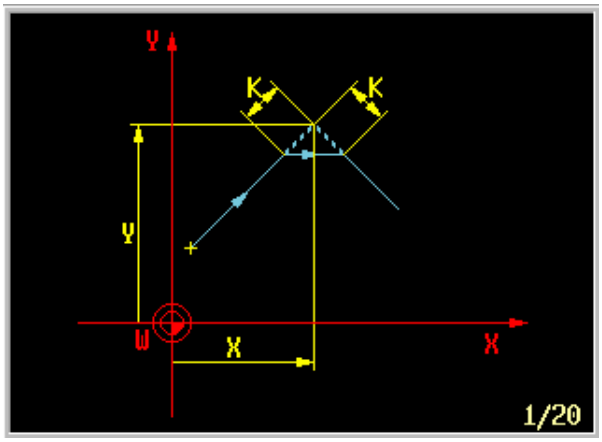
5.9 G11 Ein-/Zwei-Punkt-Geometrie oder Zwei-Zug-Geometrie mit Fase oder Rundung

Bemerkung

Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

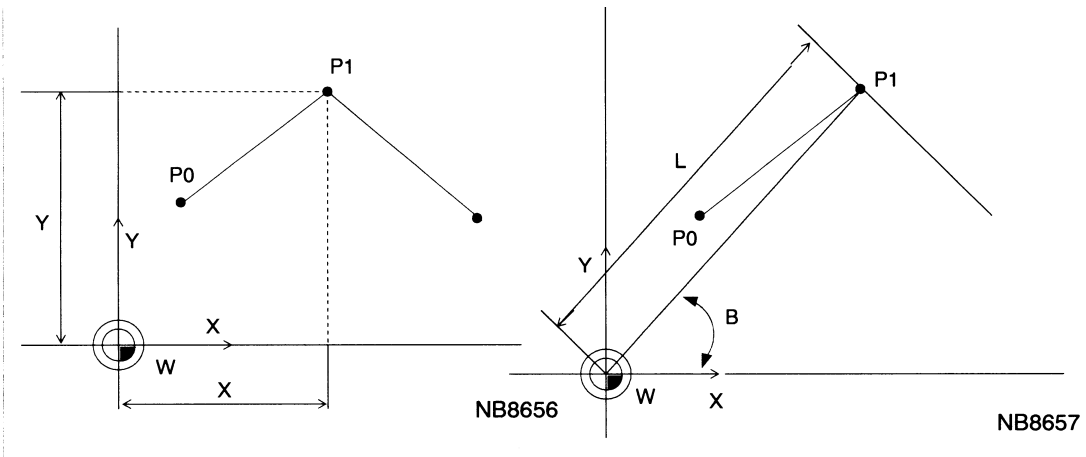
Programme, bei denen Geometrieberechnungen erforderlich sind, können der Bediener mit Hilfe der Interaktiven Konturprogrammierung (ICP) komfortabel erstellen.

Zweck

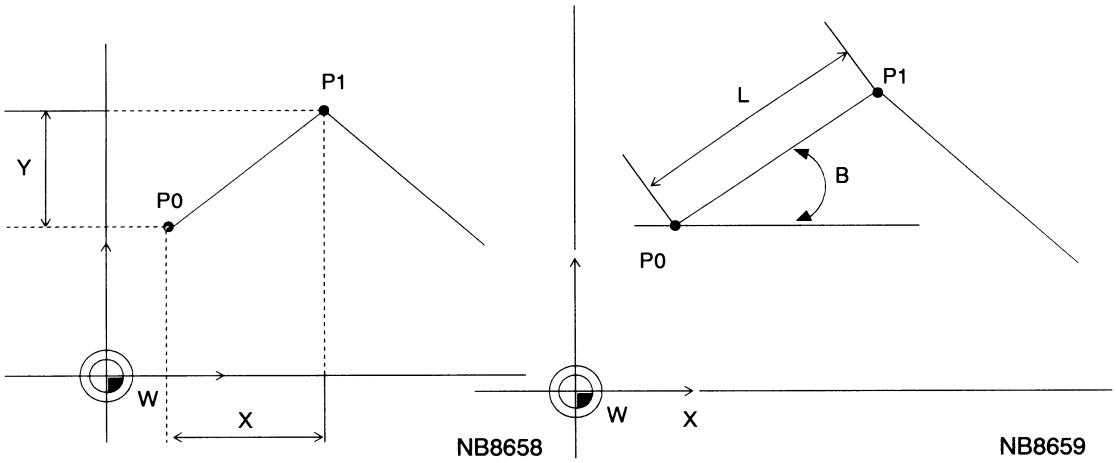


1. Ein-Punkt-Geometrie

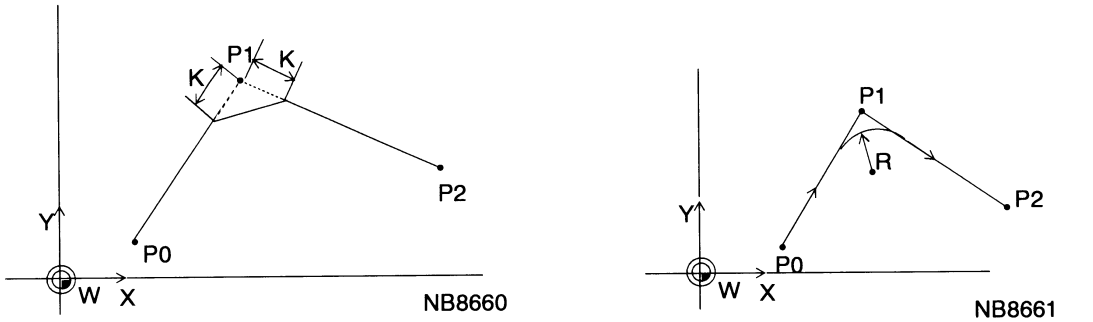
Programmierung in einem Satz:
- des Endpunktes einer linearen Bewegung
- einer symmetrischen Fase oder Rundung zwischen dieser und der nächsten linearen Bewegung (falls notwendig)



Absolute Koordinaten (G90)



Inkrementelle Koordinaten (G91)

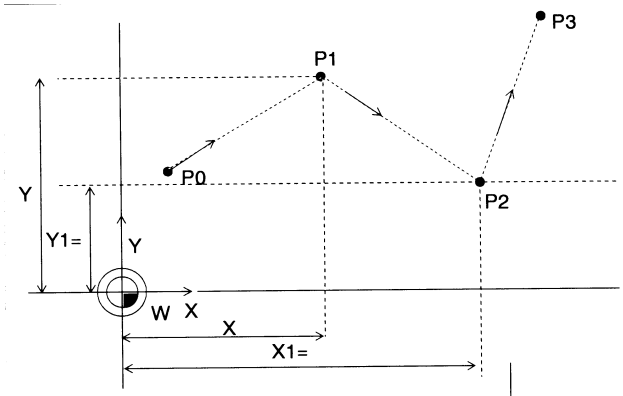


Fase oder Rundung bei Ein-Punkt-Geometrie

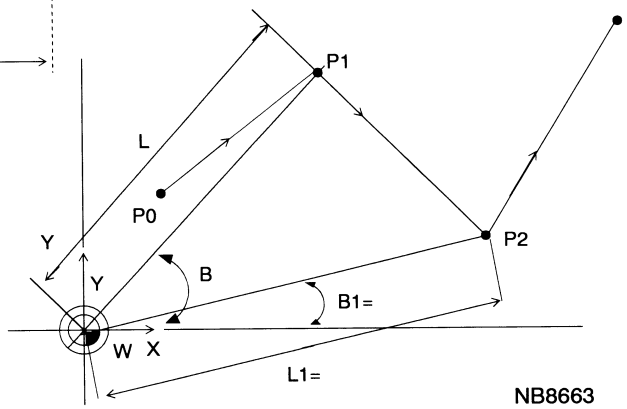
2. Zwei-Punkt-Geometrie

Programmierung in einem Satz:

- der Endpunkte zweier separater linearer Bewegungen
- einer symmetrischen Fase oder Rundung zwischen diesen Bewegungen (falls notwendig)
- einer symmetrischen Fase oder Rundung zwischen der letzten und der nächsten linearen Bewegung (falls notwendig)

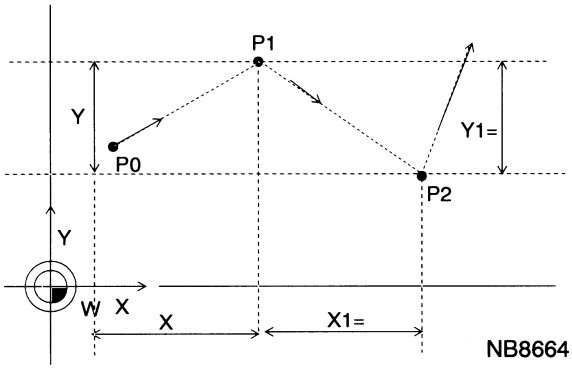


NB8662

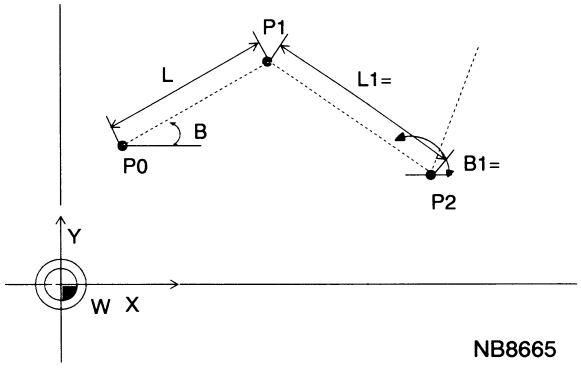


NB8663

Absolute Koordinaten (G90)

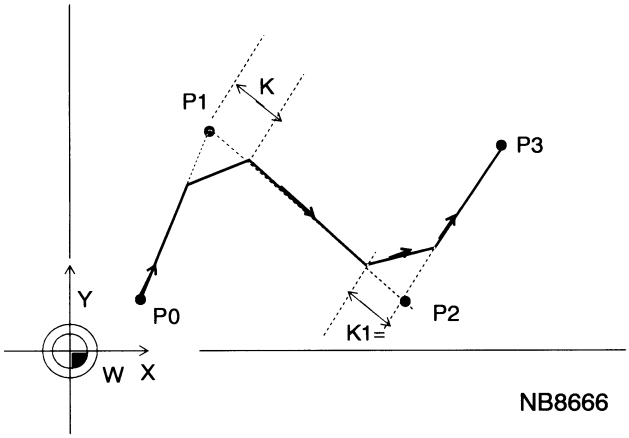


NB8664

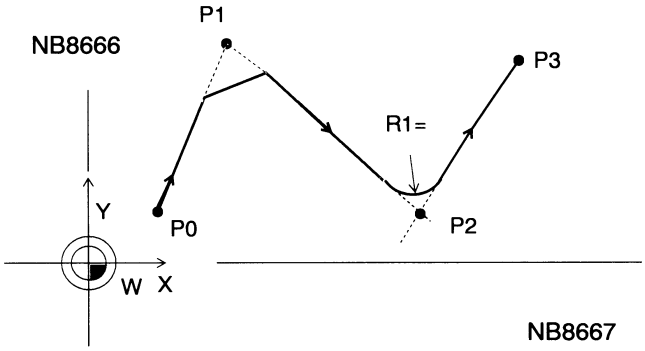


NB8665

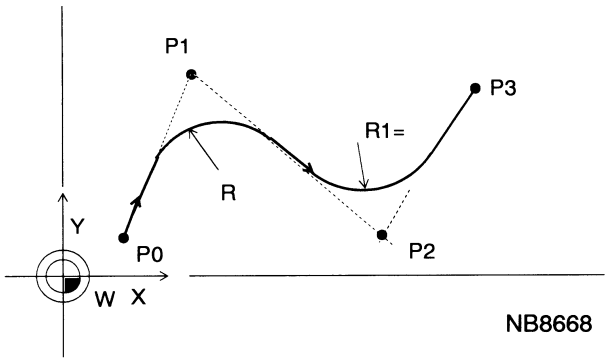
Inkrementelle Koordinaten (G91)



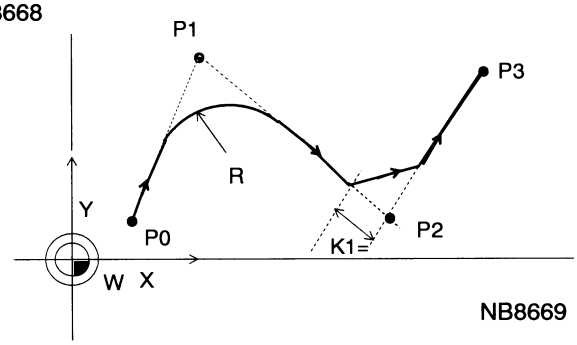
NB8666



NB8667



NB8668

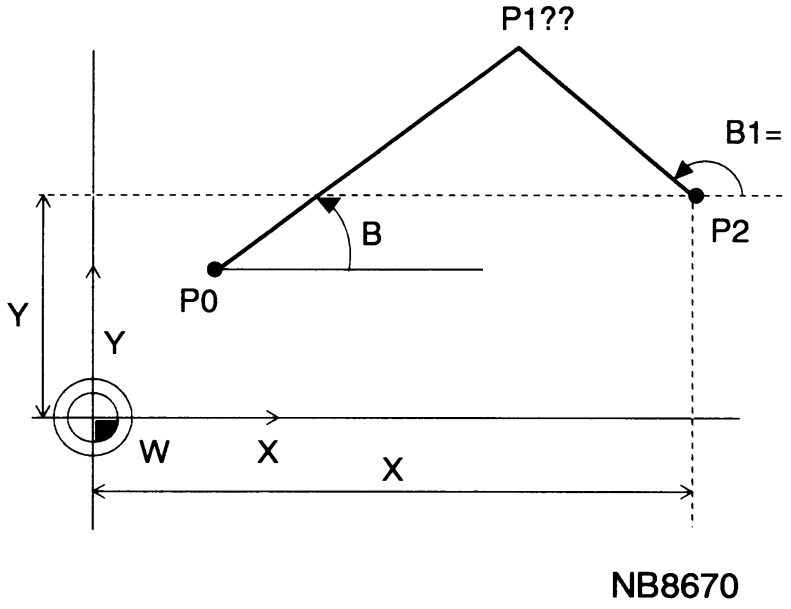


NB8669

Fasen oder Rundungen bei Zwei-Punkt-Geometrie

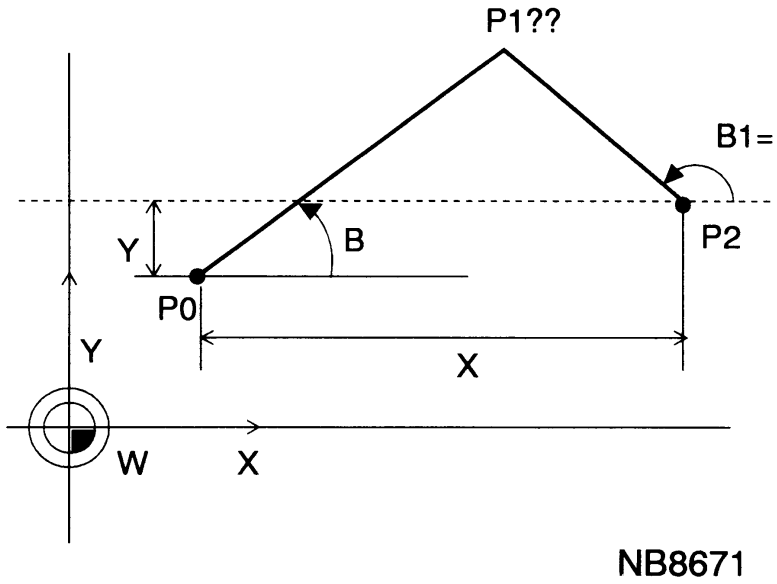
3. Zwei-Zug-Geometrie

Programmierung in einem Satz zweier separater linearer Bewegungen:
- die erste lineare Bewegung mit dem Winkel mit der Hauptachse
- die zweite lineare Bewegung mit dem Endpunkt und dem Winkel mit der Hauptachse
- eine symmetrische Fase oder Rundung zwischen diesen Bewegungen (falls notwendig)
- eine symmetrische Fase oder Rundung zwischen der letzten und der nächsten linearen Bewegung (falls notwendig)



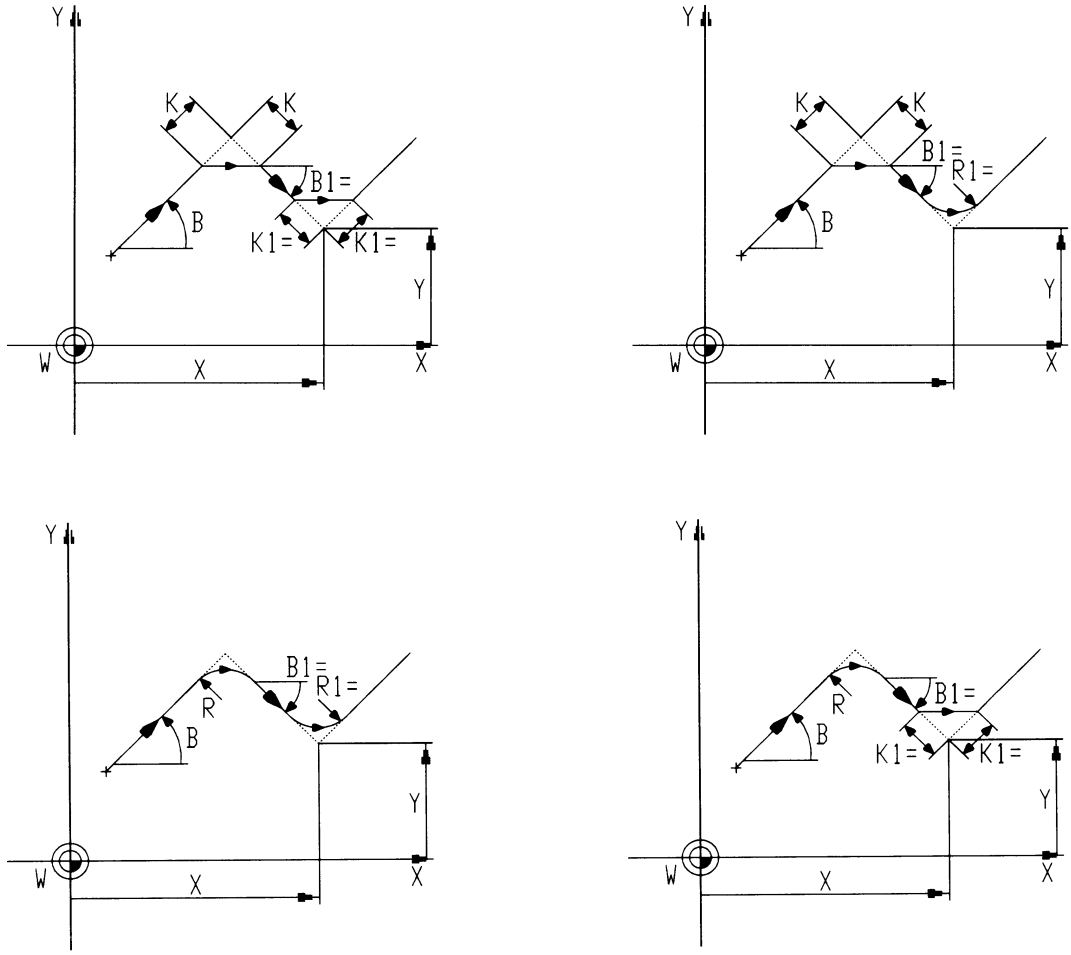
NB8670

Absolute Koordinaten (G90)



NB8671

Inkrementelle Koordinaten (G91)



Fasen oder Rundungen bei Zwei-Zug-Geometrie

Format

Ein-Punkt-Geometrie (XY-Ebene)

N... G11 X... Y... {Z...} {K...} {R...} {F...}
N... G11 B... L... {Z...} {K...} {R...} {F...}

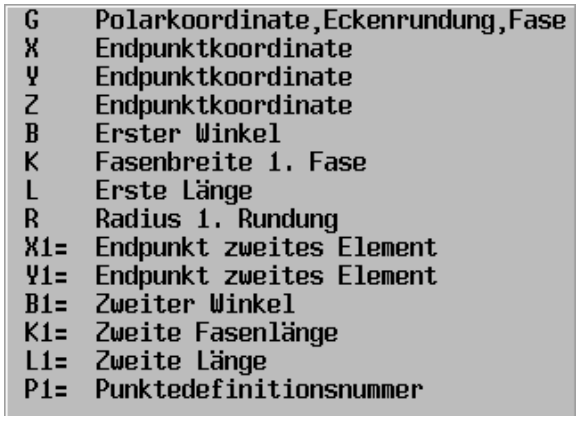
Zwei-Punkt-Geometrie (XY-Ebene)

N... G11 X... Y... X1=... Y1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}
N... G11 B... L... X1=... Y1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}
N... G11 X... Y... B1=... L1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}
N... G11 B... L... B1=... L1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

Zwei-Zug-Geometrie (XY-Ebene)

N... G11 B... X... Y.. B1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

Parameter



Ein-Punkt-Geometrie

X, Y, Z	Linearachsenkoordinaten (absolut/inkrementell)	
P	Nummer der Punktedefinition	
P1=	Nummer der Punktedefinition	
B	G90 aktiv:	Winkel, der die Gerade durch den Nullpunkt W und den Endpunkt mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der Z-Achse (G19) bildet.
	G91 aktiv:	Winkel, der die Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
L	G90 aktiv:	Länge, gemessen vom Nullpunkt W zum Endpunkt.
	G91 aktiv:	Länge, gemessen von der letzten Werkzeuglage zum Endpunkt

Zwei-Punkt-Geometrie

X, Y, Z	Linearachsenkoordinaten des ersten Punktes (absolut/inkrementell). Es darf keine Werkzeugachse programmiert werden.	
P1=	Nummer der Punktedefinition des ersten Punktes.	
B	G90 aktiv:	Winkel, der die Gerade durch den Nullpunkt W und den ersten Endpunkt mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der Z-Achse (G19) bildet.
	G91 aktiv:	Winkel, der die erste Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
L	G90 aktiv:	Länge, gemessen vom Nullpunkt W zum ersten Endpunkt.
	G91 aktiv:	Länge, gemessen von der letzten Werkzeuglage zum ersten Endpunkt.
X1=, Y1=, Z1=	Linearachsenkoordinaten des zweiten Punktes (absolut/inkrementell). Es darf keine Werkzeugachse programmiert werden.	
P2=	Nummer der Punktedefinition des zweiten Punktes.	
B1=	G90 aktiv:	Winkel, der die Gerade durch den Nullpunkt W und den zweiten Endpunkt mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der Z-Achse (G19) bildet.
	G91 aktiv:	Winkel, der die zweite Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
L1=	G90 aktiv:	Länge, gemessen vom Nullpunkt W zum zweiten Endpunkt.
	G91 aktiv:	Länge, gemessen vom ersten zum zweiten Endpunkt.

Zwei-Zug-Geometrie

X, Y, Z	Linearachsen-Endpunktkoordinaten der zweiten Geraden (absolut/inkrementell). Es darf keine Werkzeugachse programmiert werden.
P	Nummer der Punktedefinition des Endpunktes der zweiten Geraden.
P1=	Nummer der Punktedefinition des Endpunktes der zweiten Geraden.
B	Winkel, der die erste Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der Z-Achse (G19) bildet.
B1=	Winkel, der die zweite Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der Z-Achse (G19) bildet.

Wörter für Fase oder Rundung in den drei Fällen

K	Größe der ersten Fase
R	Radius der ersten Rundung
K1=	Größe der zweiten Fase
R1=	Radius der zweiten Rundung

Modale Wörter

F, S, T, H, M, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G1

Hinweise und Verwendung

VORSCHUB

Sämtliche in einem G11-Satz programmierte Verfahrbewegungen werden mit dem zuletzt programmierten Vorschub ausgeführt, sofern kein neuer Vorschub im G11-Satz angegeben ist.

UNMITTELBAR NACH EINEM G11-SATZ FOLGENDE BEWEGUNG

Wenn eine zweite Fase (K1=) oder eine zweite Rundung (R1=) programmiert ist, so muss der unmittelbar nach dem G11-Satz folgende Satz entweder die Funktion G1 oder G11 enthalten.

Wenn unmittelbar nach dem G11-Satz ein G1-Satz programmiert ist, so müssen beide Endpunktkoordinaten (z.B. X.. und Y..) angegeben werden.

PROGRAMMIERUNG DER WERKZEUGACHSE BEI G11

Die Ein-Punkt-Geometrie erlaubt es, die Werkzeugachse mit den Endpunktkoordinaten zu programmieren. Die Verfahrbewegung in den drei Achsen erfolgt, bevor die im gleichen G11-Satz programmierte Fase oder Rundung ausgeführt wird.

Bei der Zwei-Punkt- oder Zwei-Zug-Geometrie darf keine Werkzeugachse programmiert werden.

EINSCHRÄNKUNG

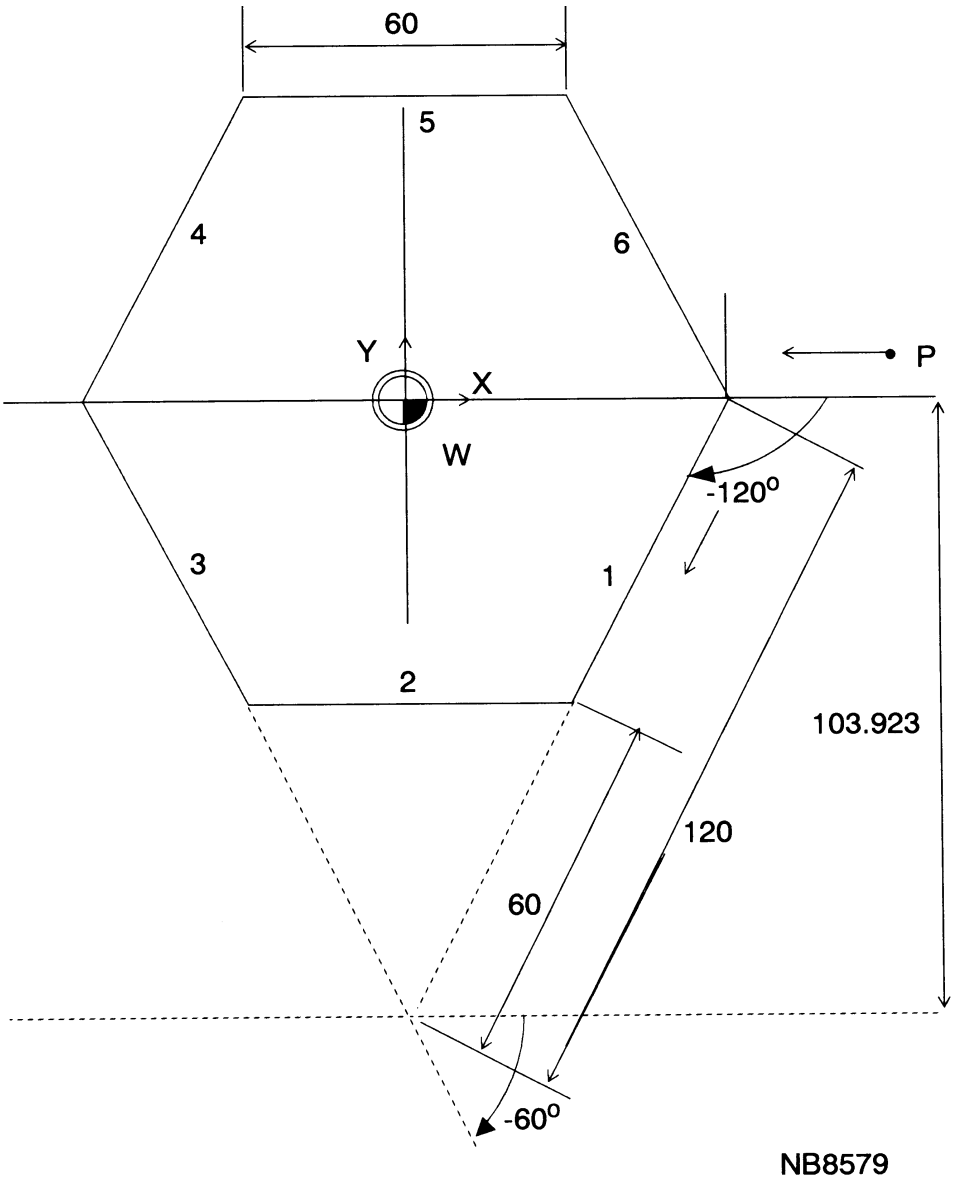
1. Die G11-Funktion darf nicht bei Geometrieberechnungen (G64 aktiv) eingesetzt werden.

2. Die G11-Funktion darf nicht zum Definieren einer Tasche oder Inselkontur beim Universal-Taschenzyklus (G200 bis G208) eingesetzt werden.

3. Die G11-Funktion darf nicht in Verbindung mit einer programmierten Werkzeugachse verwendet werden, anderenfalls kann bei der Programmabarbeitung die Betriebsfehlermeldung P01 und/oder P34 ausgelost werden.

Beispiele

BEISPIEL 1. Ein-Punkt-Geometrie



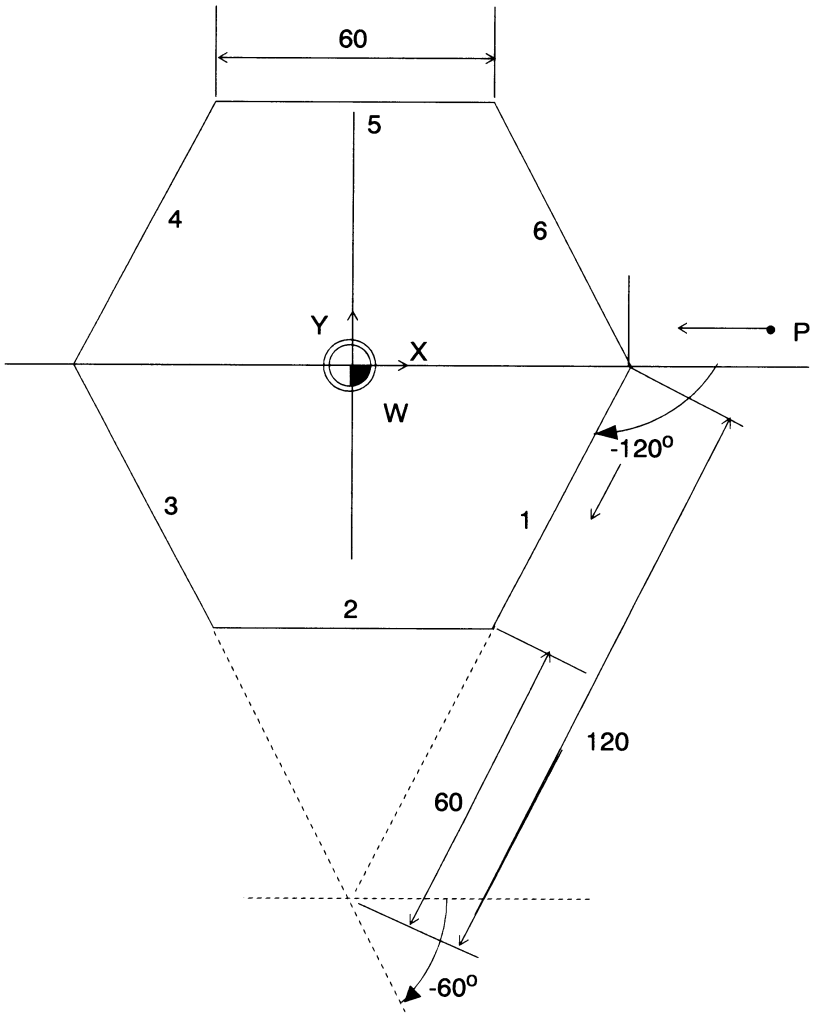
Das regelmäßige Sechseck soll an der Außenseite der Werkstückoberfläche gefräst werden. Es kommt die Ein-Punkt-Geometrie mit Winkel zur Anwendung. Die Seiten 2 und 4 werden als Fasen programmiert.

```
N9010
N1 G17 T1 M6
N2 G0 X100 Y10 Z-10 S1000 M3
N3 G1 F300
N4 G43 X60
N5 G41 Y0
N6 G11 B-90 L103.923 K60
N7 G11 B150 L103.923 K60
N8 G11 B60 L60
N9 G11 B0 L60
N10 G40
N11 G1 X100 Y10
N12 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

N9010	:	Programmnummer
N1	:	Hauptebene aktivieren. Werkzeug einwechseln
N2	:	Spindel einschalten. Werkzeug zum Punkt P und danach auf Bearbeitungstiefe bewegen
N3	:	Vorschub mit 300 mm/min festlegen
N4	:	Werkzeug BIS zur Ecke des Sechsecks fahren
N5	:	Radiuskorrektur LINKS aufrufen
N6	:	Die Seiten 1 und 2 werden gefräst Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 1 und 3 - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt
N7	:	Die Seiten 3 und 4 werden gefräst Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 3 und 5 - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt
N8	:	Die Seite 5 wird gefräst
N9	:	Die Seite 6 wird gefräst
N10	:	Radiuskorrektur löschen
N11	:	Werkzeug vom Werkstück wegbewegen
N12	:	Werkzeugrückzug und Programm-Ende

BEISPIEL 2. Zwei-Punkt-Geometrie



Das regelmäßige Sechseck soll an der Außenseite der Werkstückoberfläche gefräst werden. Es kommt die Zwei-Punkt-Geometrie mit Winkeln und Inkrementen zur Anwendung. Die Seiten 2 und 5 werden als Fasen programmiert.

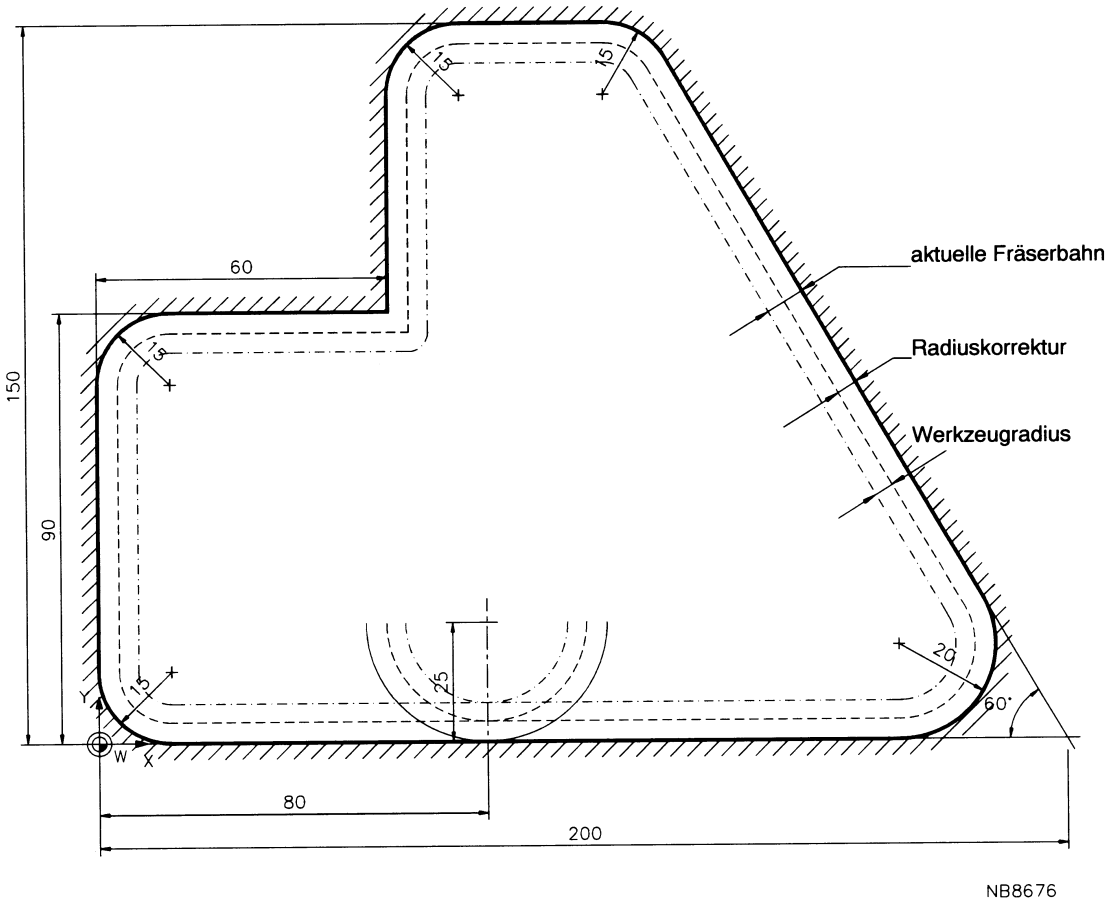
```
N9011
N1 G17 T1 M6
N2 G0 X100 Y10 Z-10 S1000 M3
N3 G1 F300
N4 G43 X60
N5 G41 Y0
N6 G91
N7 G11 B-120 L120 K60 B1=-120 L1=120
N8 G11 B60 L120 K60 B1=-60 L1=120
N9 G40
N10 G90
N11 G1 X100 Y10
N12 Z10 M30
```

Erläuterung:

N9011	:	Programmnummer
N1	:	Hauptebene aktivieren. Werkzeug einwechseln
N2	:	Spindel einschalten. Werkzeug zum Punkt P und danach auf Bearbeitungstiefe bewegen
N3	:	Linearbewegung eingeben und Vorschub festlegen
N4	:	Werkzeug BIS zur Ecke des Sechsecks fahren
N5	:	Radiuskorrektur LINKS aufrufen
N6	:	Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung. Die Längenwerte in den nächsten Sätzen werden von der vorherigen Werkzeuglage aus gemessen
N7	:	Die Seiten 1, 2 und 3 werden gefräst. Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 1 und 3 (B und L) - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt - der Endpunkt der Seite 3 (B1= und L1=).
N8	:	Die Seiten 4, 5 und 6 werden gefräst. Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 4 und 6 (B und L), - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt - der Endpunkt der Seite 6 (B1= und L1=)
N9	:	Radiuskorrektur löschen
N10	:	Zurückschalten auf Absolutmaßprogrammierung
N11	:	Werkzeug vom Werkstück wegbewegen
N12	:	Programm-Ende

BEISPIEL 3. Zwei-Zug-Geometrie

Die Innentasche kann mit Hilfe der G11-Funktion im Zwei-Zug-Geometriebetrieb programmiert werden.




```
N9012
N1 G17
N2 X80 Y25 Z0 T1 M6
N3 G1 Z-10 F500 S1000 M3
N4 G43 X105
N5 G42
N6 G2 X80 Y0 R25 F300
N7 G11 X0 Y90 B180 B1=90 R15 R1=15
N8 G11 X60 Y150 B0 B1=90 R1=15
N9 G11 X200 Y0 B0 B1=120 R15 R1=20
N10 G1 X80 Y0
N11 G2 X55 Y25 R25
N12 G40
N13 G0 Z200 M30
```

Erläuterung:

N9012	:	Programmnummer	
N1	:	XY-Ebene aktivieren (G17)	
N2	:	Werkzeug 1 einwechseln (Fräser Durchmesser 10 mm). Werkzeug zum Punkt B und danach oberhalb des Werkstücks fahren	
N3	:	Spindel einschalten und Werkzeug auf Bearbeitungstiefe bewegen	
N4	:	Werkzeug BIS zum Startpunkt des Eintrittskreises fahren	
N5	:	Radiuskorrektur RECHTS aufrufen	
N6	:	Die Kontur über den Eintrittskreis anfahren	
N7	:	Fräsen- entlang der X-Achse	(B180)
		- entlang dem Radius	(R15)
		- entlang der Y-Achse	(B1=90)
		- entlang dem zweiten Radius	(R1=15).
N8	:	Fräsen- parallel zur X-Achse	(B0)
		- parallel zur Y-Achse	(B1=90)
		- entlang dem zweiten Radius	(R1=15)
N9	:	Fräsen - parallel zur X-Achse	(B0)
		- den ersten Radius verfolgen	(R15)
		- entlang der 60-Rampe	(B1=120)
		- den zweiten Radius verfolgen	(R20)
N10	:	Entlang der X-Achse fräsen, bis zum Startpunkt der Kreisbewegung, mit der die Kontur verlassen wird	
N11	:	Die Kontur mit einer Kreisbewegung verlassen	
N12	:	Radiuskorrektur löschen	
N13	:	Werkzeugrückzug. Programm-Ende	

5.10 G14 Wiederholfunktion

Zweck

Wiederholen einer bestimmten Anzahl von Sätzen in einem Teile- oder Unterprogramm.

Format

N... G14 N1=... {N2=...} {J...} {K...}

Parameter

G	Wiederholfunktion
J	Anzahl der Wiederholungen
K	Wiederholungsreduzierwert
N1=	Wiederholung Anfangsatznummer
N2=	Wiederholung Endsatznummer

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G22, G29

Hinweise und Verwendung

SATZNUMMERN DER WIEDERHOLFOLGE (N1=, N2=)

Die Satznummern N1= und N2= müssen beide im gleichen Teileprogramm oder Unterprogramm enthalten sein.

Wenn N2= nicht programmiert ist, so wird nur der mit N1= gekennzeichnete Satz entsprechend den Angaben wiederholt.

REIHENFOLGE DER ZU WIEDERHOLENDEN SÄTZE

Die Reihenfolge, in der die Sätze im Wiederholverfahren ausgeführt werden, muss der ursprünglich programmierten Reihenfolge entsprechen. Folglich muss im Programmsatz N1=.. vor N2=.. stehen.

ANZAHL DER WIEDERHOLUNGEN (J)

Die Anzahl der Wiederholungen wird mit dem J-Wort programmiert. Das J-Wort ist nicht notwendigerweise eine Ganzzahl. Der Ganzteil, d.h. der Teil vor dem Dezimalkomma, dient zur Angabe der Anzahl der Wiederholungen.

Wenn die Zahl der Wiederholungen nicht programmiert ist (das J-Wort fehlt), so wird die Satzfolge nur einmal wiederholt.

WIEDERHOLDEKREMENT (K)

Mit dem K-Wort kann das J-Wort neu berechnet und als Bedingung für die Wiederholung benutzt werden.

Wenn kein K-Wort programmiert ist, so wird das J-Wort nach jeder Wiederholung um 1 reduziert.

Bei K>0 wird der Wert dazu verwendet, das J-Wort zu reduzieren. Wird z.B. K5 programmiert, so wird das J-Wort nach jeder Wiederholung um 5 reduziert.
Solange das J-Wort größer 0 ist, erfolgt eine Wiederholung.

Wird K<=0 programmiert, so erfolgt eine Fehlermeldung.

SCHACHTELN VON WIEDERHOLUNGEN

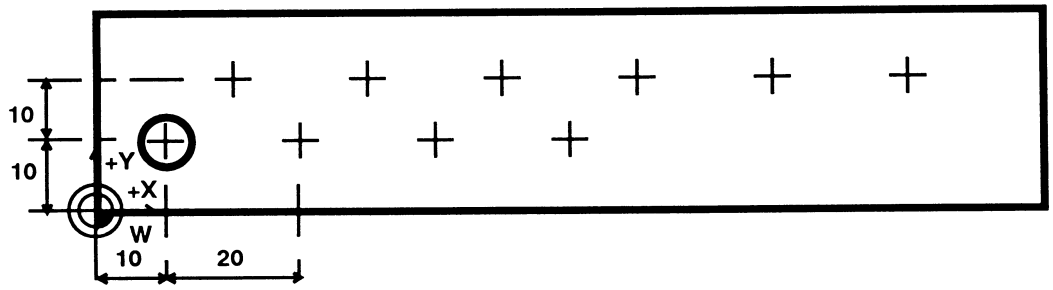
Eine sich wiederholende Satzfolge kann in eine andere sich wiederholende Satzfolge eingebunden werden (maximal viermal).

FORTSETZUNG NACH DER WIEDERHOLUNG

Nachdem die Wiederholungen ausgeführt sind, wird die Programmausführung mit dem auf G14 folgenden Satz fortgesetzt.

Beispiel

BEISPIEL 1. Programmieren einer Wiederholfunktion




```
N1234
N1 G195 X-10 Y-10 Z10 I160 J50 K-30
N2 G99 X0 Y0 Z0 I140 J30 K-10
N3 G17
N4 T1 M6
N5 G81 Y5 Z-11.5 F0.2 S2000 M3
N6 G79 X10 Y10 Z0
N7 G79 L1=20 B1=0
N8 G14 N1=7 J2
N9 G92 X10 Y10
N10 G14 N1=6 N2=8
N11 G14 N1=7 N2=7 J2
N12 G93 X0 Y0
N13 G0 Z200
N14 M30
```

Erläuterung:

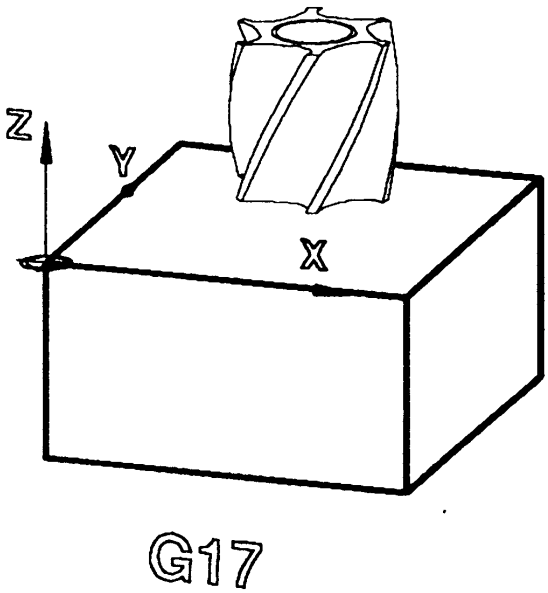
N1	:	Grafikfenster festlegen
N2	:	Material festlegen
N3	:	Hauptebene definieren
N4	:	Werkzeug 1 einwechseln (Bohrerdurchmesser 10 mm) und Korrekturen berücksichtigen.
N5	:	Festen Bohrzyklus definieren und Spindel einschalten
N6	:	Loch bohren
N7	:	Loch bohren mit Polarkoordinaten.
N8	:	Programmsätze N7..N8 werden zweimal wiederholt.
N9	:	Nullpunktverschiebung absolut
N10	:	Programmsätze N7..N8 werden einmal wiederholt.
N11	:	Programmsatz N7 wird zweimal wiederholt.
N12	:	Nullpunktverschiebung absolut
N13	:	Werkzeug auf Z200 zurückziehen
N14	:	Programm-Ende.

5.11 G17 Bearbeitungsebene XY, Werkzeug Z

Zweck

Die Lage der Werkzeugachse wird durch die Hauptspindel der Werkzeugmaschine bestimmt. G17 dient zur Angabe, dass die Werkzeugachse die Z-Achse und die Hauptebene für die Fräsarbeiten die XY-Ebene ist.

Bei Drehbetrieb siehe auch Kapitel 12.4 "Ebene für Drehbetrieb" auf Pagina.556.



Format

N... G17

Parameter

Keine

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G18/G19

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Beim erstmaligen Einschalten der Werkzeugmaschine oder nach Softkey CNC rücksetzen ist automatisch die durch MC11 (0=G17, 1=G18, 2=G19) bestimmte Ebene wirksam.
Beim normalen Einschalten ist immer die letzte aktive Ebene wirksam.

OPERATIONEN IN DER EBENE

Die für die Radiuskorrektur, Geometrie (G64), Polarkoordinaten, Fräszyklen, Taschenzyklen usw. erforderlichen Berechnungen werden in der aktuellen Ebene durchgeführt, also bei G17 in der XY-Ebene.

OPERATIONEN IN DER WERKZEUGACHSE

Die Werkzeuglängenkorrektur und die Festzyklen für Bohrarbeiten werden in der aktuellen Werkzeugachse ausgeführt, also bei G17 in der Z-Achse.

FRÄSKOPF

Bei Anwendung eines Fräskopfes bleibt die Achsenkonfiguration der Werkzeugmaschine unverändert. Das Werkzeug kann somit entweder in der Y- oder in der X-Achse stehen.

Mit G18 bzw. G19 wird angegeben, in welcher Achse das Werkzeug steht und welche die Bearbeitungsebene ist.
G18 : XZ-Ebene, Werkzeug in Y-Achse
G19 : YZ-Ebene, Werkzeug in X-Achse

Für die Programmierung eines Fräskopfes siehe die Beschreibung der Funktion G19.

WECHSELN DER BEARBEITUNGSEBENE

Beim Umschalten auf eine andere Ebene, d.h. beim Aktivieren von G18 oder G19, wird die Längenkorrektur in der Z-Achse gelöscht und in der zur ausgewählten Ebene gehörenden Werkzeugachse aktiviert.

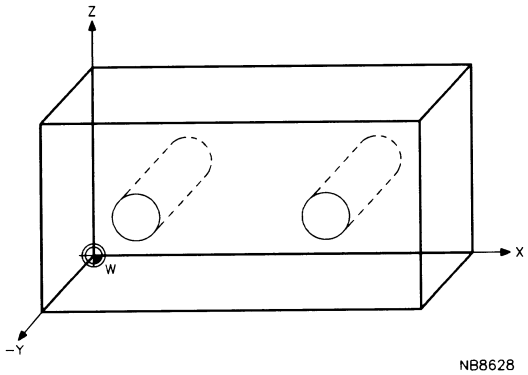
LÖSCHEN

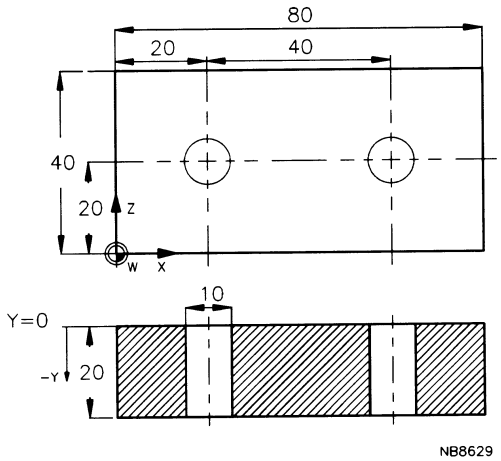
Die Funktion G17 wird durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungsebene mittels G18, G19 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Sie wird nicht durch Softkey Programm abbrechen gelöscht.

WERKZEUGKORREKTUREN

Der im Werkzeugspeicher enthaltenen Werkzeugmaße sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

Beispiel






```
N9001
N1 G17
N2 T1 M6
N3 G0 X20 Y20 Z1 F400 S1600 M3
N4 G1 Z-23.5
N5 G0 X60 Z1
N6 G1 Z-23.5
N7 G0 Z200 M30
```

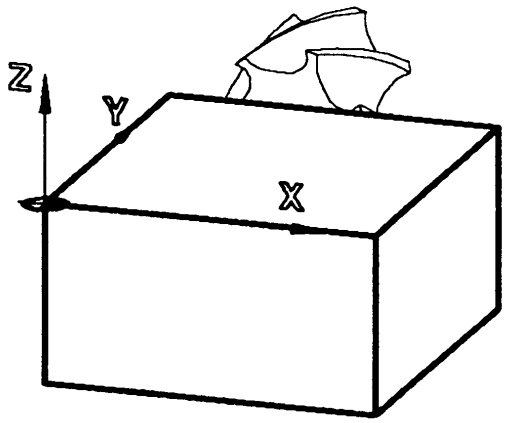
Erläuterung:

N1	:	Umschalten auf XY-Ebene (G17 wirksam).
N2	:	Werkzeug T1 (Bohrdurchmesser 10 mm) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen.
N3	:	Werkzeug im Eilgang (G0) auf Sollposition fahren. Vorschub mit 400 mm/min festlegen. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3) bei 1600 U/min.
N4	:	Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen.
N5	:	Werkzeug auf Z1 zurückziehen und im Eilgang auf X60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück, weil das Werkzeug zunächst in der Z-Achse und danach in der X-Achse verfährt.
N6	:	Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen.
N7	:	Werkzeug auf Z200 zurückziehen. Programm-Ende.

5.12 G18 Bearbeitungsebene XZ, Werkzeug Y

Zweck

Die Lage der Werkzeugachse wird durch die Hauptspindel der Werkzeugmaschine bestimmt. G18 dient zur Angabe, dass die Werkzeugachse die Y-Achse und die Hauptebene für die Fräsarbeiten die XZ-Ebene ist.



G18

Format

N... G18

Parameter

Keine

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G17/G19

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Beim erstmaligen Einschalten der Werkzeugmaschine oder nach Softkey CNC rücksetzen ist automatisch die durch MC11 (0=G17, 1=G18, 2=G19) bestimmte Ebene wirksam.
Beim normalen Einschalten ist immer die letzte aktive Ebene wirksam.

OPERATIONEN IN DER EBENE

Die für die Radiuskorrektur, Geometrie (G64), Polarkoordinaten, Fräszyklen, Taschenzyklen usw. erforderlichen Berechnungen werden in der aktuellen Ebene durchgeführt, also bei G18 in der XZ-Ebene.

OPERATIONEN IN DER WERKZEUGACHSE

Die Werkzeuglängenkorrektur und die Festzyklen für Bohrarbeiten werden in der aktuellen Werkzeugachse ausgeführt, also bei G18 in der Y-Achse.

FRÄSKOPF

Bei Anwendung eines Fräskopfes bleibt die Achsenkonfiguration der Werkzeugmaschine unverändert. Das Werkzeug kann somit entweder in der Z- oder in der X-Achse stehen.

Mit G17 bzw. G19 wird angegeben, in welcher Achse das Werkzeug steht und welche die Bearbeitungsebene ist.
G17 : XY-Ebene, Werkzeug in Z-Achse
G19 : YZ-Ebene, Werkzeug in X-Achse

Für die Programmierung eines Fräskopfes siehe die Beschreibung der Funktion G19.

WECHSELN DER BEARBEITUNGSEBENE

Beim Umschalten auf eine andere Ebene, d.h. beim Aktivieren von G17 oder G19, wird die Längenkorrektur in der Y-Achse gelöscht und in der zur ausgewählten Ebene gehörenden Werkzeugachse aktiviert.

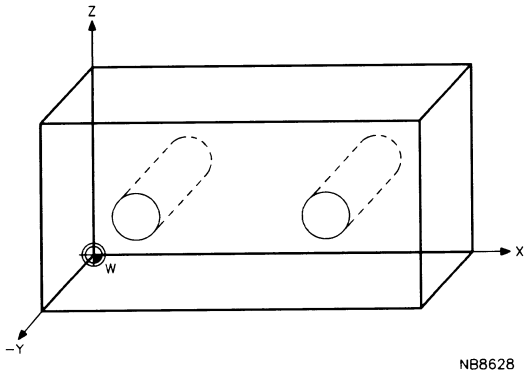
LÖSCHEN

Die Funktion G18 wird durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungsebene mittels G17, G19 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Sie wird nicht durch Softkey Programm abbrechen gelöscht.

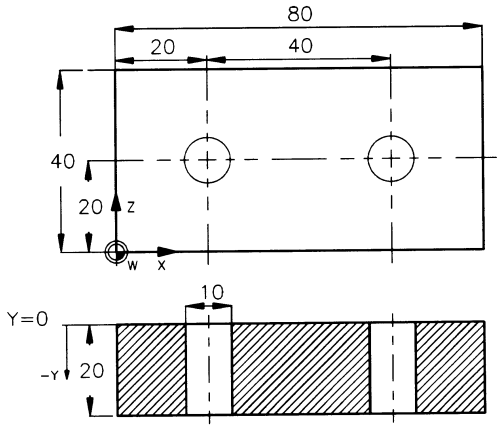
WERKZEUGKORREKTUREN

Der im Werkzeugspeicher enthaltenen Werkzeugmaße sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

Beispiel



NB8628



NB8629

N9002
N1 G18
N2 T2 M6
N3 G0 X20 Y1 Z20 F400 S1600 M3
N4 G1 Y-23.5
N5 G0 X60 Y1
N6 G1 Y-23.5
N7 G0 Y200 M30

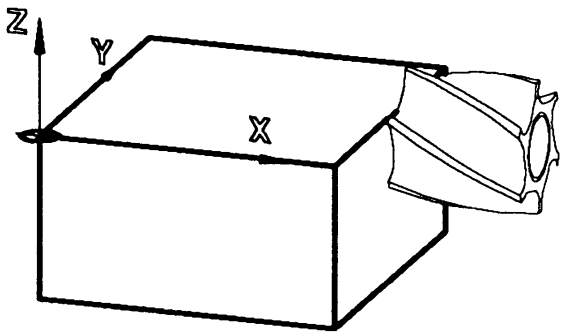
Erläuterung:

N1 : Umschalten auf XZ-Ebene (G18 wirksam).
N2 : Werkzeug T2 (Durchmesser 10 mm) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen.
N3 : Werkzeug im Eilgang (G0) auf Sollposition fahren. Vorschub mit 400 mm/min festlegen. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3) bei 1600 U/min.
N4 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N5 : Werkzeug auf Y1 zurückziehen und im Eilgang auf X60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück, weil das Werkzeug zunächst in der Y-Achse und danach in der X-Achse verfährt.
N6 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N7 : Werkzeug auf Y200 zurückziehen.
Programm-Ende.

5.13 G19 Bearbeitungsebene YZ, Werkzeug X

Zweck

Die Lage der Werkzeugachse wird durch die Hauptspindel der Werkzeugmaschine bestimmt. G19 dient zur Angabe, dass die Werkzeugachse die X-Achse und die Hauptebene für die Fräsarbeiten die YZ-Ebene ist.



G19

Format

N... G19

Parameter

keine

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G17/G18 und G66/G67

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Beim erstmaligen Einschalten der Werkzeugmaschine oder nach Softkey CNC rücksetzen ist automatisch die durch MC11 (0=G17, 1=G18, 2=G19) bestimmte Ebene wirksam.
Beim normalen Einschalten ist immer die letzte aktive Ebene wirksam.

OPERATIONEN IN DER EBENE

Die für die Radiuskorrektur, Geometrie (G64), Polarkoordinaten, Fräszyklen, Taschenzyklen usw. erforderlichen Berechnungen werden in der aktuellen Ebene durchgeführt, also bei G19 in der YZ-Ebene.

OPERATIONEN IN DER WERKZEUGACHSE

Die Werkzeuglängenkorrektur und die Festzyklen für Bohrarbeiten werden in der aktuellen Werkzeugachse ausgeführt, also bei G19 in der X-Achse.

FRÄSKOPF

Bei Anwendung eines Fräskopfes bleibt die Achsenkonfiguration der Werkzeugmaschine unverändert. Das Werkzeug kann somit entweder in der Z- oder in der Y-Achse stehen.

Mit G17 bzw. G18 wird angegeben, in welcher Achse das Werkzeug steht und welche die Bearbeitungsebene ist.

G17 : XY-Ebene, Werkzeug in Z-Achse
G18 : XZ-Ebene, Werkzeug in Y-Achse
G19 : YZ-Ebene, Werkzeug in negative oder positive X-Achse

WECHSELN DER BEARBEITUNGSEBENE

Beim Umschalten auf eine andere Ebene, d.h. beim Aktivieren von G17 oder G18, wird die Längenkorrektur in der X-Achse gelöscht und in der zur ausgewählten Ebene gehörenden Werkzeugachse aktiviert.

LÖSCHEN

Die Funktion G19 wird durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungsebene mittels G17, G18 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Sie wird nicht durch Softkey Programm abbrechen gelöscht.

WERKZEUGKORREKTUREN

Der im Werkzeugspeicher enthaltenen Werkzeugmaße sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

PROGRAMMIEREN EINES FRÄSKOPFES

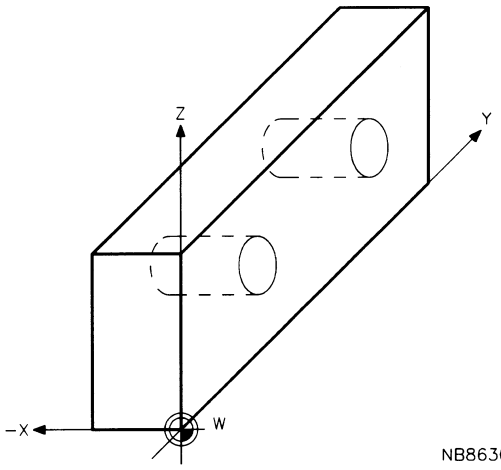
Bei Verwendung eins Fräskopfes sind dessen Abmessungen zu programmieren. Zu diesem Zweck kann eine Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) oder eine gespeicherte Nullpunktverschiebung (G54...G59) verwendet werden. Es empfiehlt sich die Verwendung einer gespeicherten Nullpunktverschiebung, weil das Teileprogramm in diesem Fall von den Abmessungen des Fräskopfes unabhängig ist.

WERKZEUG IN + ODER - RICHTUNG DER X-ACHSE

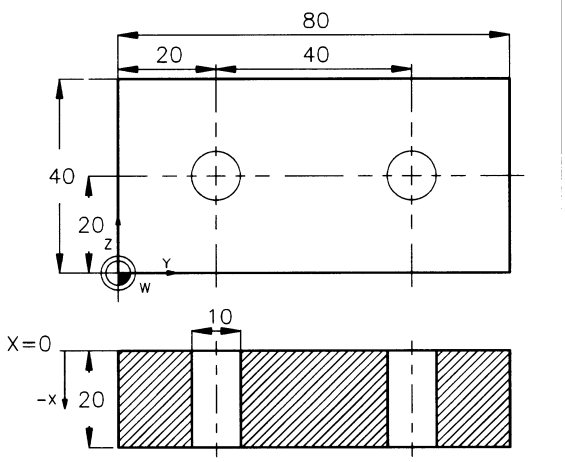
Vor allem bei einem Fräskopf in der X-Achse kann das Werkzeug in der positiven (+) oder negativen (-) Richtung der Achse stehen. Die Funktionen G66 und G67 dienen zur Angabe, in welcher Richtung das Werkzeug steht. Sie erlauben es dem Programmierer, immer in der gleichen Richtung auf die Bearbeitungsebene zu schauen.

Für Einzelheiten über die Verwendung der Funktionen G66/G67 sei auf die Beschreibung dieser Funktionen verwiesen.

Beispiel



NB8630



NB8631

```
N9003
N1 G19
N2 T3 M6
N3 G0 X1 Y20 Z20 F400 S1600 M3
N4 G1 X-23.5
N5 G0 X1 Y60
N6 G1 X-23.5
N7 G0 X200 M30
```

Erläuterung:

N1 : Umschalten auf YZ-Ebene (G19 wirksam).
N2 : Werkzeug T3 (Durchmesser 10 mm) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen.
N3 : Werkzeug im Eilgang (G0) auf Sollposition fahren. Vorschub mit 400 mm/min festlegen. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3) bei 1600 U/min.
N4 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N5 : Werkzeug auf X1 zurückziehen und im Eilgang auf Y60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück, weil das Werkzeug zunächst in der X-Achse und danach in der Y-Achse verfährt.
N6 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N7 : Werkzeug auf X200 zurückziehen.
Programm-Ende.

5.14 G22 Makroaufruf

Zweck

Ausführen eines Unterprogramms mit Standardarbeitsgängen.

Format

Aufrufen eines Unterprogramms
N... G22 N=... {E...=}

Aktivieren eines Unterprogramms unter der Bedingung, dass E...>0
N... G22 E... N=... {E...=}

Parameter

Modale Wörter

ENNN= Parameterdefinition

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G14, G29

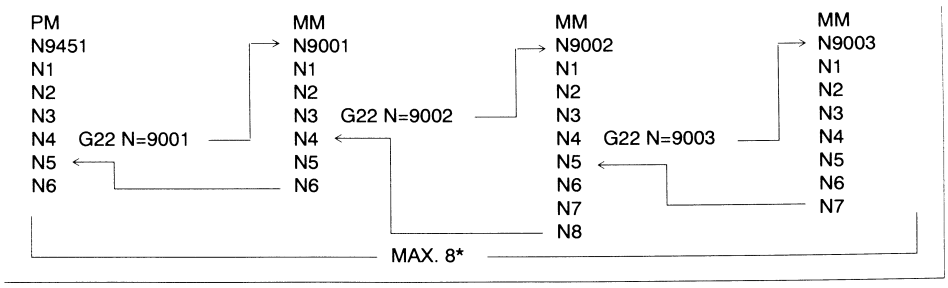
Hinweise und Verwendung

AKTIVIERUNG

Ein Unterprogramm wird vollständig abgearbeitet, wenn es von einem Hauptprogramm oder einem anderen Unterprogramm aus aufgerufen wird.

SCHACHTELN VON UNTERPROGRAMMEN

Wenn von einem Unterprogramm heraus ein anderes Unterprogramm aufgerufen wird, so wird das aufgerufene Unterprogramm als geschachteltes Unterprogramm bezeichnet. Am Ende eines geschachteltes Unterprogramms wird die Abarbeitung des aufrufenden Unterprogramms fortgesetzt. Es könne bis zu acht geschachteltes Programme eingesetzt werden.



E-PARAMETER

Ein Unterprogramm kann E-Parameter enthalten, d.h. Variablen deren Wert in einem gesonderten CNC-Speicher abgelegt sind. Sie ermöglichen das Erstellen von Unterprogrammen zur allgemeinen Anwendung. Wenn die Maße eines Werkstückes bekannt sind brauchen nur die E-Parameterwerte geändert zu werden, und nicht das Programm.

E-Parameter erhalten ihren Wert im Haupt- oder Unterprogramm, über das Bedienfeld oder durch Einlesen des Parameterspeichers.

Rechenoperationen mit Parameterwerten in Haupt- und Unterprogrammen sind gestattet. Ein und derselbe Parameter kann von verschiedenen (Unter)Programmen verwendet werden.

Für Einzelheiten über die Programmierung mit E-Parametern sei auf den entsprechenden Anhang am Ende dieser Anleitung verwiesen.

ANZAHL DER PARAMETERDEFINITIONEN

In einem Satz mit Makroaufruf kann bis zu 10 Parametern ein Wert zugeordnet werden. Werden mehr Parameter benötigt, so müssen vor dem Makroaufruf zusätzliche Zeilen eingefügt werden.

AUSWERTUNG VON DEFINIERTEN PARAMETERN

Einem Parameter in einem G22-Satz kann ein beliebiger Wert oder arithmetischer Ausdruck zugeordnet werden.

Die im G22-Satz programmierten Parameter werden ausgewertet und errechnet, bevor das Makro ausgeführt wird.

FORTSETZUNG NACH DEM MAKRO-AUFRUF

Nachdem das Makro abgearbeitet ist, wird die Programmausführung mit dem auf G22 folgenden Satz fortgesetzt.

BEDINGTER MAKRO-AUFRUF (E)

Mit dem E-Wort wird angegeben, dass ein bedingter Makroaufruf verlangt wird.

Bei E...>0 erfolgt ein Makroaufruf. Nach dem Aufruf wird der Programmablauf mit dem auf G22 folgenden Satz fortgesetzt. Der Makroaufruf hat keinen Einfluss auf den Parameter E...

Bei E...<=0 erfolgt kein Makroaufruf. Der Programmablauf wird mit dem auf G22 folgenden Satz fortgesetzt.

Beispiele

BEISPIEL 1. Makroaufruf

N100 G22 N=9100 E1=24 E2=3

Erläuterung:

N150 : Unterprogramm N9100 mit den Parametern E1=24 und E2=3 ausführen.

BEISPIEL 2. Bedingter Makroaufruf

N150 G22 E60 N=9100

Erläuterung:

N150 : Unterprogramm N9100 ausführen, wenn E60 > 0.

BEISPIEL 3. Makro ohne E-Parameter

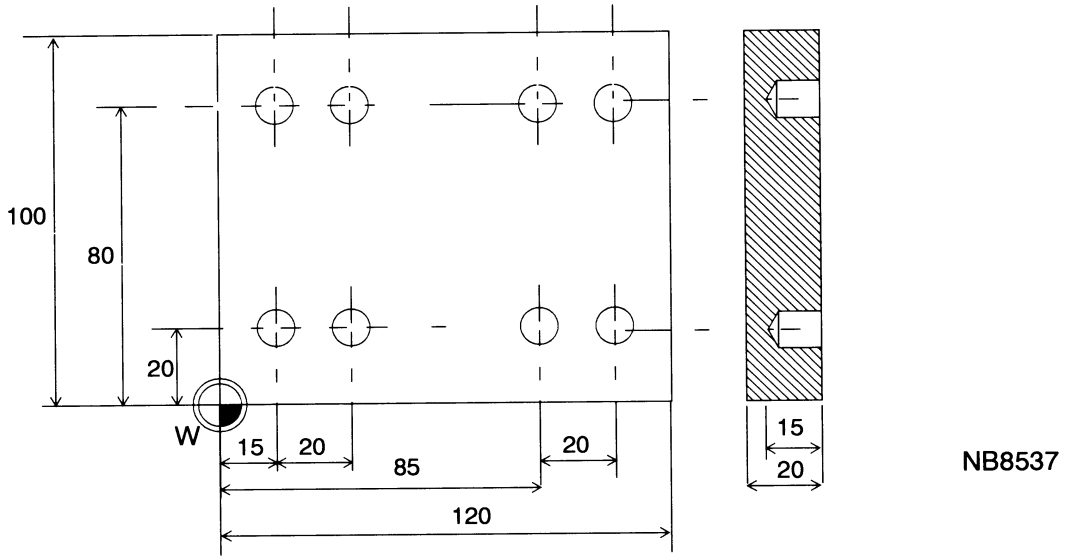
Unterprogramm für zwei Bohrungen:

```
N9001
N1 G91
N2 G1 Z-16 M8
N3 G0 Z16 M9
N4 X20
N5 G1 Z-16 M8
N6 G0 Z16 M9
N7 G90
```

Erläuterung des Makros:

N1 : Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung
N2 : Kühlmittel einschalten. Werkzeug mit programmiertem Vorschub in negativer Richtung verfahren
N3 : Werkzeug zurückziehen. Kühlmittel ausschalten
N4 : Werkzeug in der X-Achse um 20 mm zum zweiten Startpunkt fahren
N5 : Kühlmittel einschalten. Werkzeug um 15 mm in das Werkstück zustellen
N6 : Werkzeug zurückziehen. Kühlmittel ausschalten
N7 : Zurückschalten auf Absolutmaßprogrammierung

BEISPIEL 4. Hauptprogramm für vier Bohrpaare:



Hauptprogramm:	Unterprogramm:
:	N9001
N45 T1 M6	N1 G91
N50 F400 S1600 M3	N2 G1 Z-15
N55 G0 X15 Y20 Z1	N3 G0 Z16
N60 G22 N=9001	N4 G90
N65 G0 X85	
N70 G22 N=9001	
N75 G0 X85 Y80	
N80 G22 N=9001	
N85 G0 X15	
N90 G22 N=9001	

Erläuterung des Hauptprogramms:

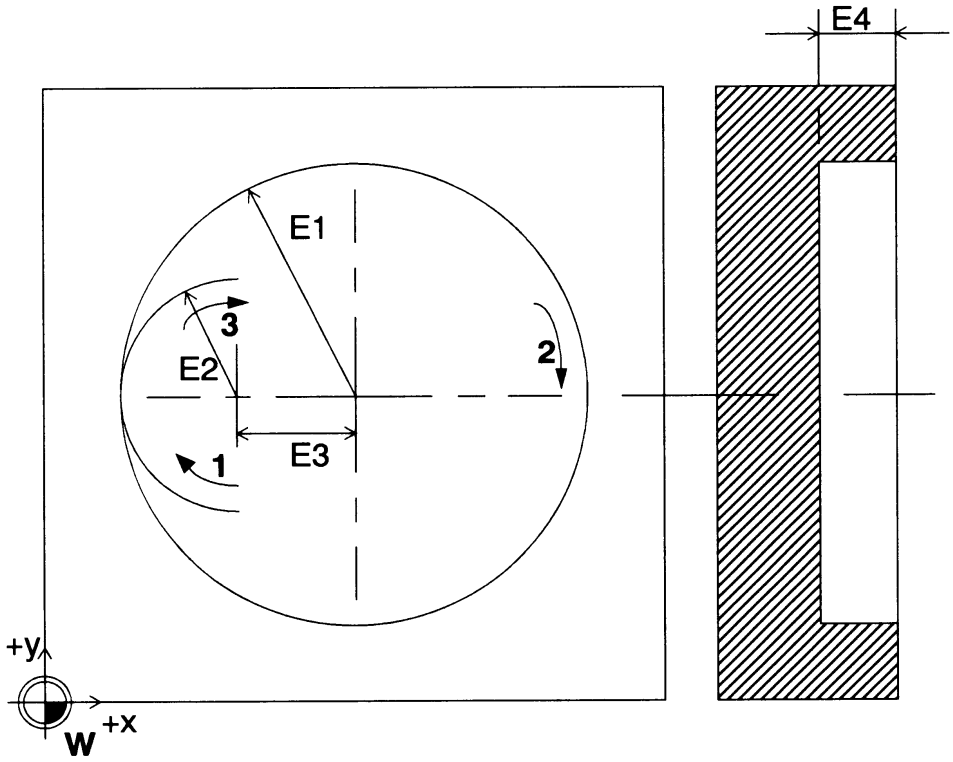
N45 : Werkzeug T1 (Bohrdurchmesser 10) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen
N50 : Spindel einschalten; Drehrichtung im Uhrzeigersinn, Drehzahl 1600 U/min, Vorschub 400 mm/min.
N55 : Werkzeug auf die erste Bohrposition fahren, um 1 mm über der Oberfläche
N60 : Unterprogramm aufrufen
N65 : Werkzeug auf die zweite Bohrposition fahren
N70 : Unterprogramm aufrufen
N75 : Werkzeug auf die dritte Bohrposition fahren
N80 : Unterprogramm aufrufen
N85 : Werkzeug auf die vierte Bohrposition fahren
N90 : Unterprogramm aufrufen

Programmierhinweis

G0 im Satz N65, N75 und N85 ist eigentlich nicht nötig, da im letzten Satz von dem Unterprogramm ein G0 programmiert ist. Hier ist G0 programmiert, da man dann, um das Hauptprogramm zu verstehen, nicht zu wissen braucht, wie das Unterprogramm genau endet.

BEISPIEL 5 Unterprogramm, in dem E-Parametern verwendet werden

Dieses Beispiel beschreibt ein allgemeines Unterprogramm für die Endbearbeitung eines gefrästen Vollkreises. Um einen gleichmäßigen Übergang zu bewirken, wird zum Eintreten in den Kreis und zum Verlassen des Kreises ein kleiner Kreisbogen verwendet. Die Werkzeugradiuskorrektur ist wirksam, so dass die Werkstückkontur direkt programmiert werden kann.



NB7973

Im Programm müssen die folgenden Parameter eingestellt werden:

E1 : Radius R1 des Vollkreises
E2 : Radius R2 des Eintritts- und Austrittskreises
E4 : Tiefe, einschließlich eines Sicherheitsabstand

Der folgende Parameter wird errechnet:

E3 : Der Abstand (R1-R2)

Programmierhinweis

Mache das Unterprogramm so universal wie möglich. Das heißt ohne Werkzeugwechsel, Vorschub und Drehzahl. Das Unterprogramm kann dann auch für andere Werkzeuge benützt werden. Setze dann im Hauptprogramm den Werkzeugwechsel, Vorschub und Drehzahl.

Das Unterprogramm wird in Inkrementalmaßen geschrieben.

```
N9002
N1 G91
N2 E3=E1-E2
N3 G1 Z=-E4
N4 X=-E3
N5 G43 Y=-E2
N6 G42
N7 G2 X=-E2 Y=E2 R=E2
N8 I=E1 J=0
N9 X=E2 Y=E2 R=E2
N10 G40
N11 G0 X=E3 Y=-E2 Z=E4
N12 G90
```

Erläuterung:

N1 : Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung
N2 : Parameter E3 wird errechnet
N3 : Werkzeug auf Tiefe zustellen. In E4 muss eine Freigabe vom Werkstück berücksichtigt werden
N4 : Werkzeug auf den Mittelpunkt des Anfahrkreises fahren
N5 : Werkzeug BIS zum Anfangspunkt des Anfahrkreises zustellen
N6 : Radiuskorrektur RECHTS setzen
N7 : Werkzeug im Uhrzeigersinn verfahren, um einen Kreisbogen zu erzeugen. Der Endpunkt und der Radius werden mit Parametern programmiert
N8 : Den vollständigen Kreis fräsen. Es wird der Kreismittelpunkt programmiert.
N9 : Den Bogen des Rückzugskreises fräsen. Der Endpunkt und der Radius werden mit Parametern programmiert.
N10 : Radiuskorrektur löschen
N11 : Werkzeug auf den Kreismittelpunkt zurückfahren und im Eilgang zurückziehen
N12 : Zurückschalten auf Absolutmaßprogrammierung (G90).

Bei Verwendung dieses Unterprogramms muss das aufrufende Programm folgendes enthalten:
- eine Werkzeugbewegung zum Kreismittelpunkt (N200)
- eine Definition der Parameter (N201)
- ein Unterprogrammaufruf (N201)

Das aufrufende Programm sieht so aus:

```
N9002
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 F900 S3000 M3
:
N200 G0 X75 Y80 Z0
N201 G22 N=9002 E1=30 E2=15 E4=15
:
N500 M30
```

Nachdem das Unterprogramm aufgerufen ist, wird an der gewünschten Stelle (X75, Y80) ein Kreis mit einem Durchmesser von 60 mm mit einem Fräser (Durchmesser 10 mm) gefräst.

5.15 G23 Hauptprogrammaufruf

Zweck

Aufrufen einem Teileprogramm von einem Hauptprogramm aus.

Format

N... G23 N=... {E...=...}

Parameter

Modale Wörter

ENNN= Parameterdefinition

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G14, G22, G29

Hinweise und Verwendung

AKTIVIERUNG

Ein Teileprogramm wird vollständig ausgeführt, wenn es von einem Hauptprogramm aus aufgerufen wird.

PROGRAMM GRÖßE

Programme kleiner als 100 KByte werden im Arbeitsspeicher gespeichert und beim Aufruf mit G23 als ganzes Programm abgearbeitet.
Programmen größer als 100 KByte können nicht ganz gespeichert werden. Sie werden automatisch und unsichtbar in kleinere Teilprogramme aufgeteilt und verarbeitet (CAD-Mode).

BEDINGTE SPRÜNGE

Bedingte Sprünge im Hauptprogramm erlauben die Auswahl des auszuführenden Programm.

EINSCHRÄNKUNGEN

Ein aufgerufenes Teileprogramm darf keine G23-Funktion enthalten. Teileprogramme können nicht geschachtelt werden.
Ein Unterprogramm (Makro) darf keine G23-Funktion enthalten.
Programme größer als 100 KByte dürfen keine Sprungbefehle enthalten.

FORTSETZUNG NACH DEM PROGRAMMAUFRUF

Nachdem das aufgerufene Programm ausgeführt ist, wird des Teileprogrammablaufs mit dem auf G23 folgenden Satz fortgesetzt.

UNTERBRECHUNG EINES AUFGERUFENEN PROGRAMMS

Wenn die Ausführung einem aufgerufenen Teileprogramm über Intervention und Softkey Programm abbrechen beendet wird, so erfolgt ein Rücksprung zum Programmanfang.

Beispiel

```
N9990
:
N10 G23 N=988        Hauptprogrammaufruf
                     N988
                     N1
                     N2
                     :
                     :
                     N200 M30
N11                  Sprung zurück zum Hauptprogramm
N20 G23 N=989
:
N30 M30
```

Erläuterung:

N10 : Programm N988 wird aufgerufen

N20 : Programm N989 wird aufgerufen

5.16 G25/G26 Vorschub- und Spindel- Override wirksam/nicht wirksam

Zweck

Einschalten bzw. Ausschalten der Vorschub- und Spindel- Override, zur Steuerung der programmierten Vorschub- und Spindelbewegungen. Bei ausgeschaltetem Vorschub- und Spindel-Override wird dieser auf 100 % fixiert.

Format

Vorschub- und Spindel- Override einschalten:
N... G25

Vorschuboverride (F=100%) ausschalten:
N... G26 I2=1 oder ohne I2=.

Spindeloverride (S=100%) ausschalten:
N... G26 I2=2.

Vorschub- und Spindel- Override (F und S= 100%) ausschalten:
N... G26 I2=3

Parameter

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Am Anfang einem Teileprogramme ist G25 automatisch wirksam.

LÖSCHEN

G26 wird mit G25, M30, Softkey Programm abbrechen oder Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiel

N66 G26 I2=1 : Vorschuboverride ausgeschaltet, d.h. F auf 100 % fixiert.
N67 G26 I2=2 : Spindeloverride ausgeschaltet, d.h. S auf 100 % fixiert.
N68 G26 I2=3 : Vorschub- und Spindel- Override ausgeschaltet, d.h. F und S auf 100 % fixiert.
N70 G25 : Vorschuboverride eingeschaltet.

5.17 G27/G28 Positionierfunktionen

Zweck

1. Angabe bei Vorschubbewegungen (G1, G2/G3), wann die nächste Bewegung anfängt und ob zwischen den Bewegungen ein Halt berücksichtigt werden muss.

2. Angabe bei Eilgangbewegungen (G0), ob zwischen den Bewegungen ein Halt berücksichtigt werden muss oder nicht. Parameter I4=.

3. Aus- und Einschalten der Positionierlogik bei G0-Bewegungen. Parameter I5=.

4. Beeinflussung der Konturtoleranz. Parameter I7=.

   Bemerkung: Der "Look Ahead Feed" Funktion (LAF) steuert die Bahn mit einer möglichst hohen Genauigkeit (<10 µm). Eine hohe Genauigkeit geht aber auf Kosten der Bahngeschwindigkeit, weil die Steuerung an jeder Kante abbremsen muss, um die Konturtoleranz zu gewährleisten. In bestimmten Fällen (z.B.: Beim Schruppen) ist die Geschwindigkeit wichtiger als die Genauigkeit und diese Funktion nicht erwünscht.

5. Beeinflussung der Beschleunigung. Parameter I6=

Format

Aktivieren:
N... G28 {I3=...} {I4=...} {I5=...} {I6=...} {I7=...}

Löschen einzelner Möglichkeiten:
N... G28 {I3=0} {I4=0} {I5=0} {I6=0} {I7=0}

Löschen sämtlicher Möglichkeiten (feste Standardeinstellung):
N... G27

Parameter

G27 keine
G28:

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3

Bewegungsarten

BEWEGUNGEN MIT GENAUHALT

Eine Verfahrbewegung mit Genauhalt bedeutet, dass die nächste Bewegung erst anfängt, nachdem in allen programmierten Achsen die Sollposition erreicht ist. Zwischen den Bewegungen wird ein Halt eingelegt.

BEWEGUNGEN OHNE GENAUHALT

Eine Verfahrbewegung ohne Genauhalt bedeutet, dass die nächste Bewegung anfängt, sobald der CNC-Interpolator die Sollposition erreicht hat. Verzögerung oder Nacheilen in den Achsen wird nicht berücksichtigt. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt eingelegt, so dass das Programm schneller ausgeführt wird, wobei allerdings bei Vorschubbewegungen die Ecken gerundet werden.

Bewegungen mit Vorschub

BEWEGUNGEN MIT VORSCHUB (G1, G2/G3)

Die Position, an der die nächste auf eine Vorschubbewegung folgende programmierte Bewegung beginnt, wird durch den Parameter I3 angegeben:

G28 I3=0

Die Vorschubbewegung wird OHNE GENAUHALT ausgeführt. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt berücksichtigt.
I3=0 ist der feste Standardwert bei Vorschubbewegungen.

G28 I3=1

Die Vorschubbewegung wird MIT GENAUHALT ausgeführt. Zwischen den Bewegungen wird ein Halt berücksichtigt.

Bewegungen im Eilgang

BEWEGUNGEN IM EILGANG (G0)

Parameter I4 bestimmt den Punkt an dem die nächste, auf eine Eilgangbewegung folgende programmierte Bewegung beginnt (G0).

G28 I4=0

Die Eilgangbewegung wird MIT GENAUHALT ausgeführt. Es wird ein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.
I4=0 ist der feste Standardwert bei Eilgangbewegungen.

G28 I4=1

Die Eilgangbewegung wird OHNE GENAUHALT ausgeführt. Es wird kein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.

EIN-/AUSSCHALTEN DER POSITIONIERLOGIK BEI G0

Mit Parameter I5 wird angegeben, ob die Positionierlogik in einem G0-Satz ausgeführt oder ausgeschaltet werden muss. Für Einzelheiten über die Positionierlogik sei auf die Beschreibung der G0-Funktion verwiesen.

G28 I5=0

G0 wird mit Positionierlogik ausgeführt.
I5=0 ist der feste Standardwert.

G28 I5=1

Die Positionierlogik ist bei einer G0-Bewegung ausgeschaltet.

Hinweis: Bei einem G79-Satz kann die Positionierlogik nicht ausgeschaltet werden.

Programmierbare Beschleunigungsminderung

Die Beschleunigung wird normaler Weise bestimmt durch den Beschleunigungsfaktor pro Achse (MC3*04). Dieser Beschleunigung wird multipliziert mit der Beschleunigungsminderung. Werte zwischen 5 und 100 können eingetragen werden (5 ist eine sehr kleine Beschleunigung, 100 ist normal).
Dieser Minderung gilt für G0, G1, G2 und G3, die mit LAF ausgeführt werden.

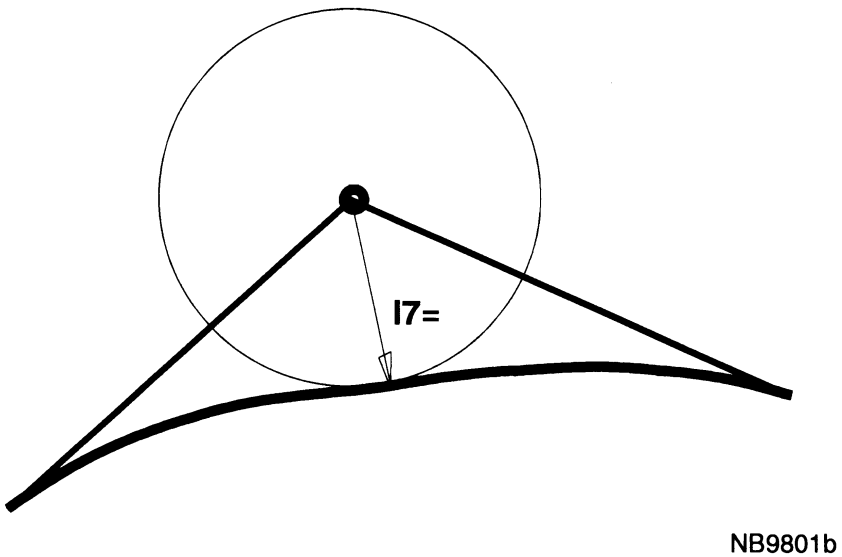
G28 I6=...

(5 bis 100 %)

G28 I6=0

Zurücksetzen auf die normale Werte (100 %)

Programmierbare Konturgenauigkeit (Eilgang und Vorschub)



Definition der Konturgenauigkeit

G28 I7=.. Die zulässige Konturgenauigkeit, programmiert in mm.

G28 Beim Ausführen der Vorschub- oder Eilgangbewegung muss die mit I7=.. programmierte Konturgenauigkeit berücksichtigt werden.

Der Vorschub wird durch die CNC automatisch auf den Maximalvorschub herabgesetzt, mit dem die Ecke ausgeführt werden kann. Die programmierte Abweichung wird nicht überschritten.

Wenn I7= nicht programmiert ist, so wird der über eine Maschinenkonstante (MC765) festgelegte Zahlenwert als die maximale Abweichung benutzt.

Hinweise:

1. Die programmierbare Konturgenauigkeit kann nicht für Ecken die mit Splines zu tun haben.

2. Die Eingabe I7=0 ist ausschalten. (MC765 wird berücksichtigt).

Löschen Parameter

LÖSCHEN SÄMTLICHER PARAMETER

Alle bei G28 eingesetzten Parameter werden mit G27, Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder durch M30 auf ihre festen Standardwerte rückgesetzt.

G27 resultiert in G28 I3=0 I4=0 I5=0 I6=0 I7=0

LÖSCHEN EINZELNER PARAMETER

Jeder der bei G28 eingesetztem Parameter kann durch die Programmierung seines festen Standardwertes gesondert gelöscht werden. Die Parameter wirken sich nicht aufeinander aus.

Übersicht:

1. G28 ohne Parameter
   - G1, G2, G3 mit Genauhalt — G28

2. Bewegungen mit Vorschub
   - G1, G2, G3 ohne Genauhalt (Einschaltstellung) — G28 I3=0
   - G1, G2, G3 mit Genauhalt — G28 I3=1

3. Eilgangbewegungen G0
   - G0 mit Genauhalt (Einschaltstellung) — G28 I4=0
   - G0 ohne Genauhalt — G28 I4=1

4. Positionierlogik bei G0
   - G0 mit Positionierlogik (Einschaltstellung) — G28 I5=0
   - G0 ohne Positionierlogik — G28 I5=1

5. Beschleunigungsminderung
   G0, G1, G2, G3.
   - Beschleunigungsfaktor pro Achse (MC3*04) — G28 I6=0
   - Beschleunigungsminderung — G28 I6=...
     I6= 5 bis 100 %

6. Bewegungen mit Programmierbarer Konturgenauigkeit
   G0, G1, G2, G3
   - Konturgenauigkeit (MC765)
   - Programmierbare Konturgenauigkeit
     I7=... (0-10000 µm) — G28 I7=...

5.18 G29 Bedingter Sprungbefehl

Zweck

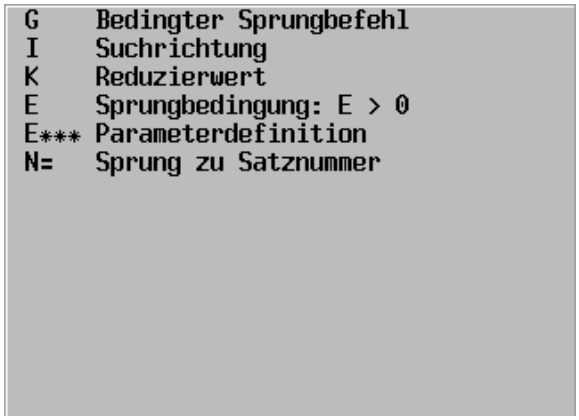
Sprung zu einem anderen Teileprogrammabschnitt (bzw. Unterprogrammabschnitt), falls ein Parameter >0 ist.

Weitere Sprungbedingungen wie =, <>, >, >=, <, <= können programmiert werden, wenn ein Vergleichsausdruck zusammen mit der G29-Funktion verwendet wird.

Format

N... G29 E... N=... {K...} {I..}

Parameter



Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G14, G22

Hinweise und Verwendung

SATZNUMMER FÜR SPRUNG (N=...)

Mit diesem Wort wird die Nummer des Satzes angegeben, zu dem gesprungen wird. Der Satz muss im gleichen Teileprogramm bzw. Unterprogramm enthalten sein. Bei mehreren gleichen Satznummern wird zu der Satznummer gesprungen, die als erste gefunden wird. Wenn keine Satznummer gefunden wird, erfolgt eine Fehlermeldung.

SPRUNGRICHTUNG

In einem (Unter)Programm kann sowohl vorwärts als auch rückwärts gesprungen werden. Mit dem Parameter I kann man das steuern. Mit I=1 oder I=0 wird nur vorwärts gesucht. Bei I=-1 oder keine Angabe wird erst rückwärts nach (Unter)Programmanfang gesprungen und danach vorwärts die Satznummer gesucht.

SPRUNGBEDINGUNG (E)

Das E-Wort dient zur Angabe, dass ein bedingter Sprung vorgenommen werden muss.

Bei E...>0 erfolgt ein Sprung

Bei E...<=0 erfolgt kein Sprung

SPRUNG-DEKREMENT (K)

Mit dem K-Wort kann das E-Wort neu berechnet und als Bedingung für den Sprung verwendet werden.

Wenn kein K-Wort programmiert ist, so wird das E-Wort nach jedem Sprung um 1 reduziert.
Wenn K0 programmiert ist, so wird das E-Wort nicht reduziert.

Bei K>0 wird der Wert dazu verwendet, das E-Wort zu reduzieren. Wird z.B. K5 programmiert, so wird das E-Wort nach jedem Sprung um 5 reduziert.

Bei K<-.5 erfolgt eine Fehlermeldung.

DEFINITION VON E-PARAMETERN IN EINEM G29-SATZ

In einem G29-Satz können Parameter definiert und errechnet werden.
Die Ausführungsfolge des Satzes ist wie folgt:

1. Parameter laden
2. Sprung ausführen, falls die Bedingung erfüllt ist.

UNBEDINGTER SPRUNG

Ein unbedingter Sprung kann programmiert werden, indem dem Parameter für die Sprungbedingung der Wert 1 zugeordnet wird.

Beispiel: N.. G29 E50 N=... E50=1

VERGLEICHSAUSDRÜCKE

Bei Verwendung von Vergleichsausdrücken (siehe Anhang über E-Parameter am Ende dieser Anleitung) werden die Programmiermöglichkeiten des bedingten Sprunges wesentlich erweitert.

Der Parameter für die Sprungbedingung erhält durch den Vergleichsausdruck den Wert 0 oder 1. Der Sprung wird in der üblichen Weise ausgeführt.

Um die Lesbarkeit eines Programms aufrecht zu erhalten empfiehlt es sich, den Vergleichsausdruck im gleichen Satz mit G29 zu programmieren.
Der Vergleichsausdruck kann jedoch auch in einem Satz vor G29 programmiert werden, da lediglich der gesetzte Parameter für die Sprungbedingung durch G29 benutzt wird.

Beispiel: N.. G29 E1=E2>E3 E1 N=400

Dieser Satz bedeutet:

Wenn der Wert von E2 größer ist als der Wert von E3, so erhält der Parameter den Wert 1, worauf der Sprung nach N400 ausgeführt wird.

Beispiel

```
:
N50 E2=3
N51
.
.
N100 G29 E2 N=51
```

Erläuterung:

N50 : Parameter E2 erhält den Anfangswert 3

N100 : Bei E2 > 0 erfolgt ein Sprung nach Satznummer 51 und die Programmsätze werden der Reihe nach bis zum Satz N100 ausgeführt.

Bei jedem Sprung wird Parameter E2 automatisch um 1 reduziert. Folglich hat dieser Parameter nach 3 Sprüngen den Wert 0 und es werden keine Sprünge mehr ausgeführt.
Der Programmablauf wird nach dem Satz N100 folgerichtig fortgesetzt.

5.19 G36/G37 Anfangen/ Beenden Drehbetrieb

Zweck

G36 Anfangen Drehbetrieb. Umschalten von Maschine auf endlos drehen von der C-Achse.

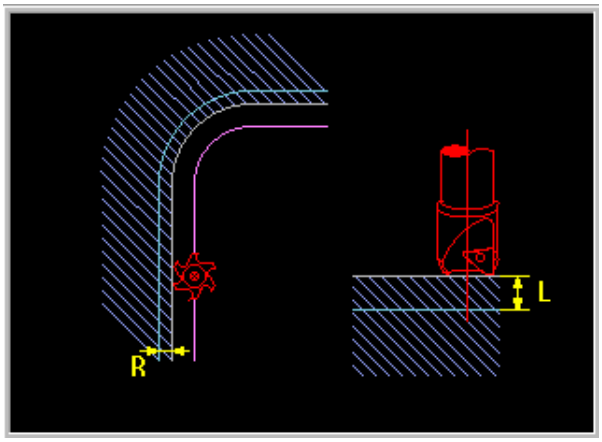
G37 Beenden Drehbetrieb. Umschalten von Maschine zum Fräsbetrieb.

Für Beschreibung siehe Paragraf 12.3 in Kapitel "Drehbetrieb" auf Pagina 555

5.20 G39 Werkzeug-Aufmass aktivieren/deaktivieren

Zweck

Die programmierte Kontur kann durch ein Aufmaß verändert werden.



Format

Aufmaß aktivieren:
N... G39 {R...} {L...}

R: Werkzeugradiusaufmass
L: Werkzeuglängenaufmass

Werkzeuglängenaufmass deaktivieren:
N... G39 L0

Werkzeugradiusaufmass deaktivieren:
N... G39 R0

Parameter

Zugehörige Funktion

G17, G18, G19, G40, G41, G42, G43, G44, G61, G62, G66, G67, G87-G89, G141, G182, G201, M6, M66, M67

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGLÄNGEN-AUFMAß:

Das Werkzeuglängenaufmass wirkt in Richtung der Zustellachse. Änderungen am Werkzeuglängenaufmass werden mit der nächsten Zustellbewegung wirksam.

WERKZEUGRADIUS-AUFMAß:

Das Werkzeugradiusaufmass wirkt in der Bearbeitungsebene, es ist nur bei aktiver Fräserradiuskorrektur wirksam.

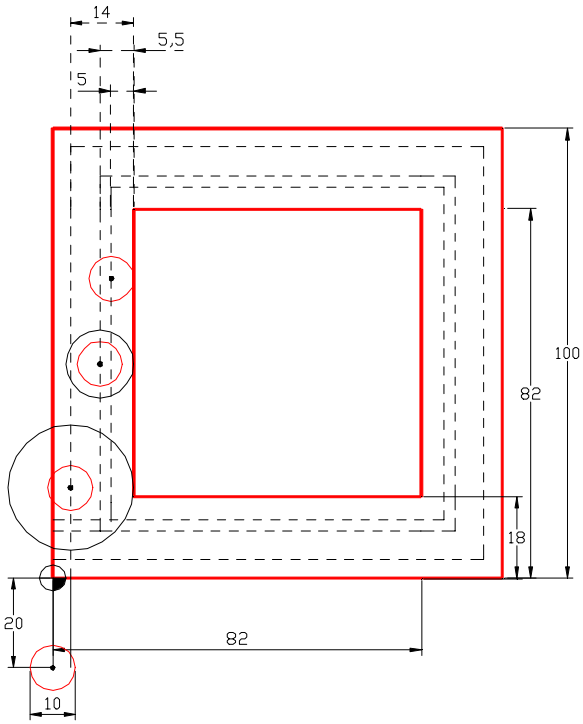
Änderungen am Werkzeugradiusaufmass bei nicht aktivierter Fräserradiuskorrektur werden nach dem Aktivieren der Fräserradiuskorrektur (G41/G42, G43/G44) wirksam.
Änderungen am Werkzeugradiusaufmass bei aktivierter Fräserradiuskorrektur werden im nächsten Verfahrsatz linear über die gesamte Strecke korrigiert.

Eine Aufmassprogrammierung bleibt nach einem Werkzeugwechsel (M6, M66) oder Ebenenwechsel (G17, G18, G19) erhalten.

Hinweis:
Das Radiusaufmass wird bei Aktivierung folgender Funktionen unterdrückt: G6, G141, G182. Das Längenaufmass bleibt wirksam. Die Aufmassprogrammierung sollte vor diesen Funktionen deaktiviert werden.

Beispiel

Rechteck fräsen durch zweimal Schruppen und einmal Schlichten



N39001
N1 G98 X-10 Y-10 Z10 I120 J120 K-60
N2 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-40
N3 T1 M6
N4 G39 L0 R9
N5 F500 S1000 M3
N6 G0 X0 Y-20 Z5
N7 G1 Z-10
N8 G43 X18
N9 G41 Y82
N10 X82
N11 Y18
N12 X0
N13 G40
N14 G39 R0.5
N15 G14 N1=8 N2=13
N16 G39 R0
N17 G14 N1=8 N2=13
N18 G0 Z10
N19 M30

Erläuterung:
N1 Grafikfenster festlegen
N2 Material festlegen
N3 Werkzeug einwechseln (Fräserdurchmesser 10 mm)
N4 Werkzeugradiusaufmass aktivieren. (Fräserradius für Radiuskorrektur ist (5+9 =) 14 mm).
N5 Vorschub und Spindeldrehzahl aktivieren
N6 Anfahren Anfangsposition

N7 Auf Tiefe gehen
N8 Kontur mit Radiuskorrektur anfahren
N9 Rechteck erstmals Schruppen. Das Aufmaß ist 9 mm.
N13 Radiuskorrektur ausschalten
N14 Werkzeugradiusaufmass ändern. (Fräserradius für Radiuskorrektur ist (5+0.5 =) 5.5 mm.
N15 Wiederholung Rechteck (2. Schruppbewegung). Das Aufmaß fürs Schlichten ist 0.5 mm
N16 Werkzeugradiusaufmass ändern. (Fräserradius für Radiuskorrektur ist 5 mm.
N17 Schlichten Rechteck.
N18 Sicherheitsabstand anfahren
N19 Programm-Ende

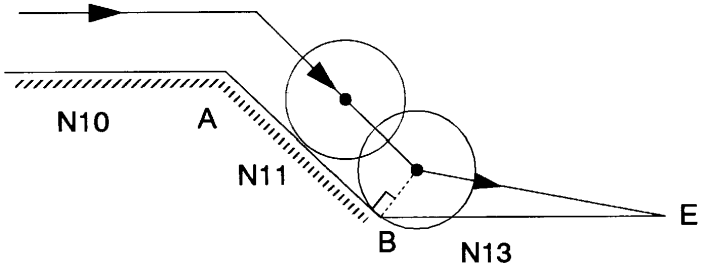
5.21 G40 Keine Werkzeugradiuskorrektur

Zweck

Löschen der Werkzeugradiuskorrektur. Das Werkzeug bewegt sich jetzt auf der programmierten Bahn am Werkstück.

Format

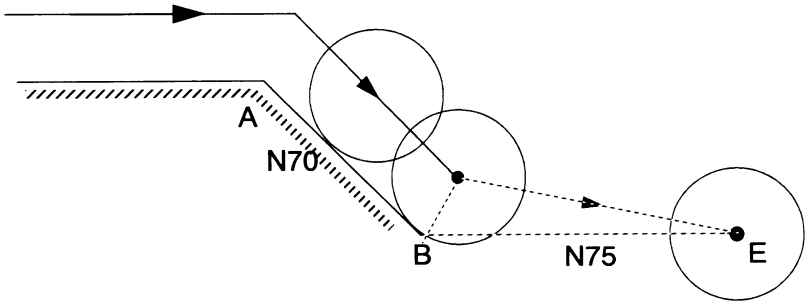
N.. G40 (Achsenkoordinaten)




```
N...  G41
:
N11   G1   Xb  Yb
N12   G40
N13        Xe  Ye
```

N.. G40 (ohne Bewegung)

Die Radiuskorrektur LINKS ist wirksam von Punkt A bis Punkt B, senkrecht auf Linie AB. Die Linie BE wird geschnitten. In Punkt B wird die Radiuskorrektur gelöscht. Die programmierten Bewegungen beziehen sich auf die Werkzeugspitze.




```
.
N50   G41
:
N70   G1    Xb
N75   G40   Xe
:
```

NB8540a

N.. G40 (mit Bewegung)

Die Radiuskorrektur LINKS ist wirksam von Punkt A bis Punkt B, so dass das Werkzeug Linie BE tangiert. In Punkt B wird die Radiuskorrektur gelöscht. Die programmierten Bewegungen beziehen sich auf die Werkzeugspitze.

Parameter

keine

Art der Funktion

modal (G40 bis G44)

Zugehörige Funktionen

G41/G42, G43/G44, G61/G62, G141

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND

G40 wird beim Einschalten den CNC, M30, Softkey CNC rücksetzen oder Softkey Programm abbrechen automatisch aktiviert.

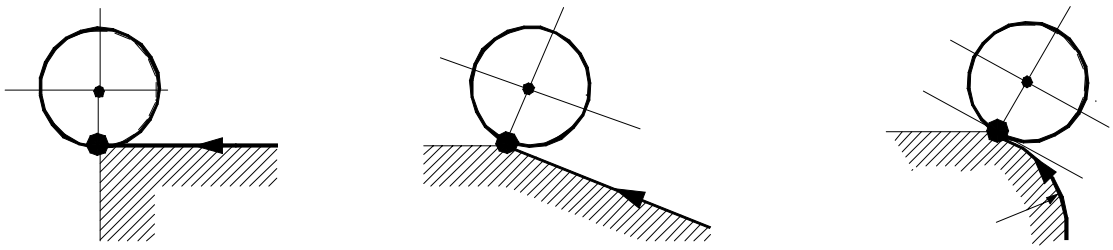
ACHSENKOORDINATEN

Es empfiehlt sich, G40 in einem gesonderten Satz ohne Achsenkoordinaten zu programmieren.

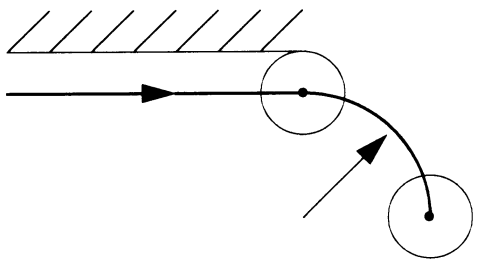
(a) G40 ohne Achsenkoordinaten

In diesem Fall wird die vorherige Gerade bzw. der vorherige Kreis vollständig bearbeitet. Der Werkzeugmittelpunkt wird auf eine Position senkrecht zur Kontur im vorherigen Endpunkt gefahren.

Die Radiuskorrektur wird bei der nächsten Bewegung gelöscht.



G40 mit anschließender geradlinigen Bewegung



```
N...    G41
:
:
N...            X...
N...    G40
N...    G2      X...    Y...    R...
```

NB9659

G40 mit anschließender Kreisbewegung.

Wird anschließend am G40-Satz eine Kreisbewegung programmiert, so wird zwischen dem korrigierten Endpunkt der G40-Satzes und der programmierten Werkzeugspitzenposition im Satz mit der Kreisbewegung ein Kreisbogen mit dem programmierten Radius eingefügt.

(b) G40 mit Achsenkoordinaten

Der Bewegungsanfangspunkt wird mit voller Korrektur berechnet.
Während der Bewegung wird die Korrektur gelöscht und der Endpunkt wird nicht korrigiert.
Diese Art der Programmierung lässt sich anwenden, wenn die Korrektur gelöscht werden kann, ohne dass die Kontur verletzt wird.

(c) Tangentiales Wegfahren:

Auch mit G62 kann man eine Kontur verlassen.
N.. G62 X.. Z.. R.. (F)

ABHEBEN DES WERKZEUGES VON DER BEARBEITUNGSEBENE

Das Werkzeug kann folgendermaßen von der Bearbeitungsebene abgehoben werden:

a. mittels einer geradlinigen Bewegung

Wenn z.B. die XY-Ebene die Bearbeitungsebene darstellt und das Werkzeug wird durch Programmieren einer geradlinigen Bewegung in YZ abgehoben, so wird zugleich die Werkzeugkorrektur in der dritten Achse (X) gelöscht. Es erfolgt daher eine Werkzeugbewegung gleichzeitig in drei Achsen.

b. mittels einer Kreisbewegung

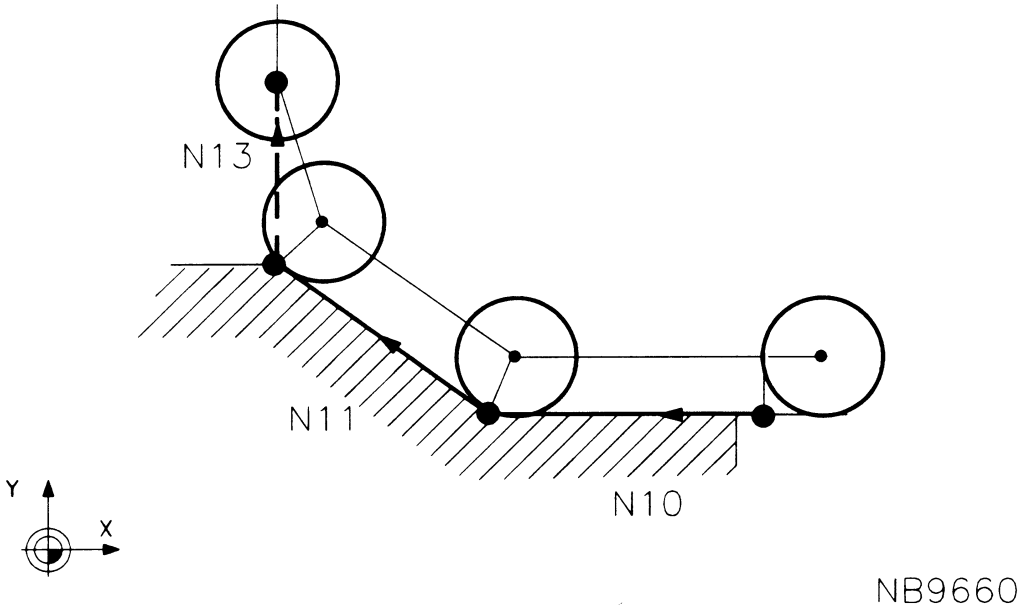
Wenn z.B. die XY-Ebene die Bearbeitungsebene darstellt und das Werkzeug wird durch Programmieren einer Kreisbewegung in YZ abgehoben, so wird die Werkzeugkorrektur in der dritten Achse (X) nicht gelöscht. Folglich wird lediglich die Kreisbewegung in der YZ-Ebene ausgeführt.

Anmerkung: Die Kreisanfangsposition stellt in der Y-Achse die korrigierte Position dar und in der Werkzeugachse (Z) die Bearbeitungstiefe.

Bemerkung: Programmieren von identischen nachfolgenden Achspositionen in G43 und G40 könnte einen Positionierfehler von der Größe des Werkzeugradius bewirken in der betreffenden Achse. Dieser Fehler kann man umgehen durch in G40 eine Achsposition zu programmieren, die geringfügig abweicht (z.B. 1 Mikron) von der vorherigen Position in G43.

Beispiel: N100 G43 X10
N101 G40 X10.001

Beispiel



N9 G42
N10 G1 X..
N11 X.. Y..
N12 G40
N13 G0 Y..

N9 :	Radiuskorrektur auf der rechten Seite der Kontur aktivieren
N10-11 :	Werkzeug auf die programmierten Koordinaten fahren Werkzeugradius in den Berechnungen berücksichtigen
N12 :	Radiuskorrektur löschen
N13 :	Werkzeug von der vorherigen korrigierten Position auf den nicht korrigierten Endpunkt der Eilgangbewegung fahren

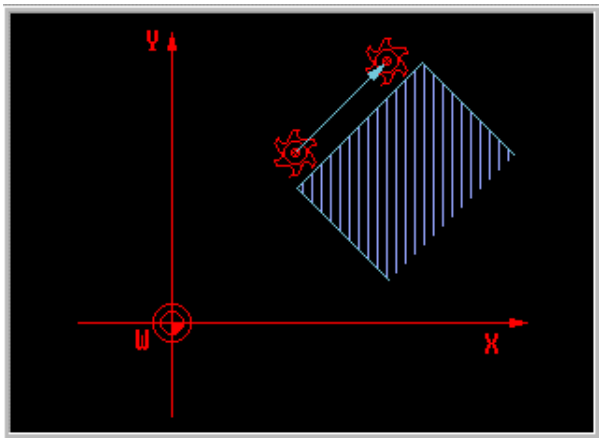
5.22 G41/G42 Werkzeugradiuskorrektur (links/rechts)

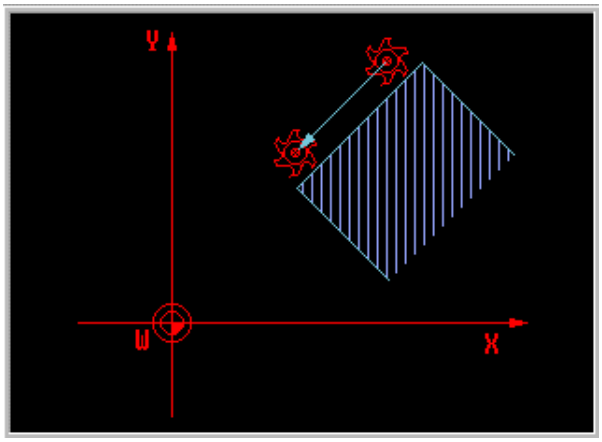
Zweck

Programmieren der Werkstückmaße anstelle der Fräserbahn. Die Werkzeugbahn wird automatisch von der CNC als eine Bahn parallel zur programmierten Werkstückkontur berechnet.

G41 aktiviert Radiuskorrektur LINKS auf dem Werkstück
G42 aktiviert Radiuskorrektur RECHTS auf dem Werkstück

In beiden Fällen entspricht die Blickrichtung der Werkzeugbewegungsrichtung.





Format

N.. G41/G42 {Achsenkoordinaten}

Parameter

keine

Art der Funktion

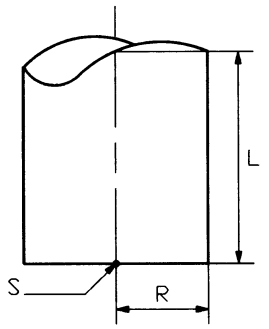
modal

Zugehörige Funktionen

G40, G43/G44, G61/G62 und für 3D-Werkzeugkorrektur G141

Hinweise und Verwendung

LAGE DER WERKZEUGSPITZE



NB9646

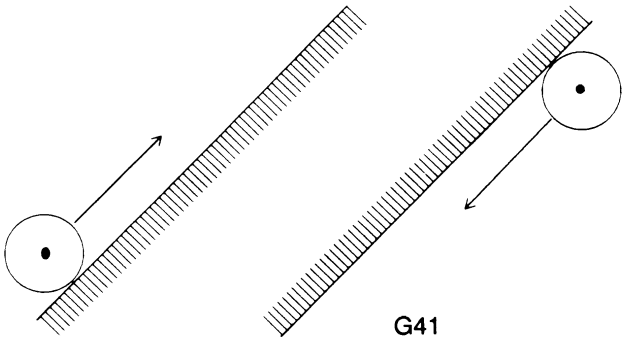
S = Werkzeugspitze, spezifiziert von den Werkzeugmaßen L und R

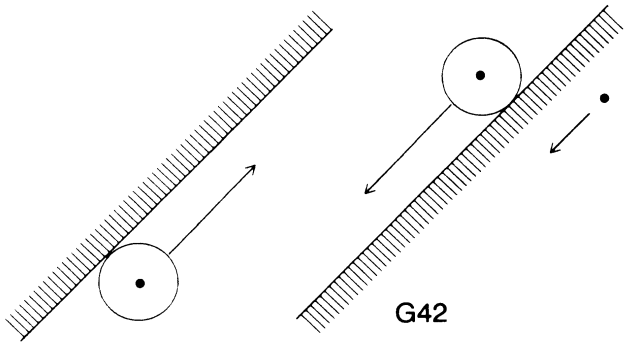
WERKZEUGSPEICHER

Für die Radiuskorrektur wird der im Werkzeugspeicher abgelegte Werkzeugradius verwendet.

KORREKTUR LINKS UND RECHTS

Bei der Anwendung von Radiuskorrektur muss die CNC wissen, ob das Werkstück auf der linken oder auf der rechten Seite bearbeitet wird. Dies wird mit der Funktion G41 bzw. G42 angegeben.





NB9648

Die Blickrichtung zur Bestimmung der zu programmierenden Funktion entspricht der Werkzeugbewegungsrichtung. G41 wird verwendet, wenn die Werkzeugbewegung links auf der Werkstückoberfläche erfolgt und G42, wenn die Werkzeugbewegung rechts auf der Werkstückoberfläche erfolgt.

Bei dieser Methode wird angenommen, dass der im Werkzeugspeicher abgelegter Werkzeugradius bei der Programmausführung positiv ist. Sollte der Radiuswert

G41 und negativer Radius = G42 und positiver Radius
G42 und negativer Radius = G41 und positiver Radius

Für die Verwendung negativer Radiuswerte im Werkzeugspeicher sei auf Abschnitt WERKZEUGRADIUSKORREKTUR FÜR DIE WERKZEUGBAHN verwiesen.

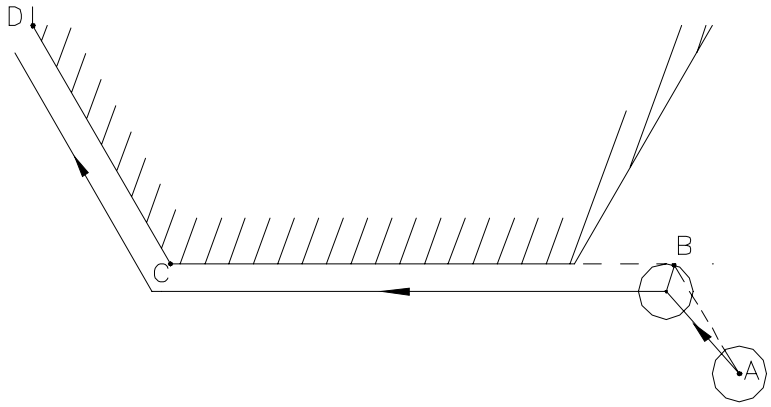
ANFANG DER RADIUSKORREKTUR

Für den Anfang der Radiuskorrektur gibt es 3 Möglichkeiten:

1) Entweder wird direkt eine G41/G42-Funktion verwendet
2) Es kommt eine der Funktionen G43/G44 zum Einsatz (Siehe G43).
3) Man benützt die Funktionen für Tangentiales Anfahren (Siehe G61).

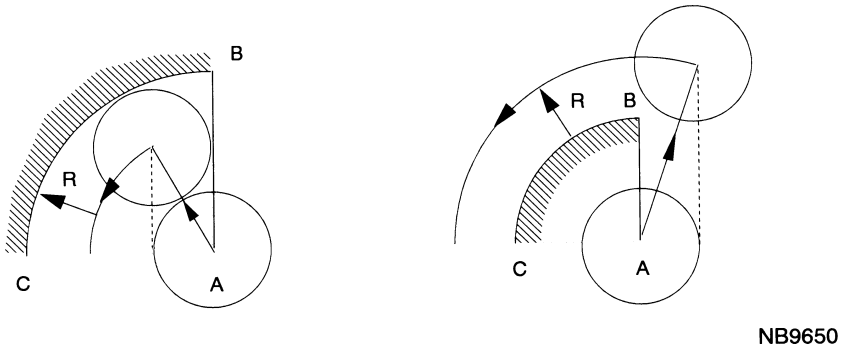
Der Teileprogrammierer sollte darauf achten, dass beim Anfang der Radiuskorrektur das Werkzeug nicht mit dem Werkstück kollidieren kann. Der Anfangspunkt sollte daher an einer sicheren Stelle vom Werkstück liegen.

Bei Verwendung von G41 bzw. G42 wird der Schnittpunkt zweier zueinandergehörenden Konturelemente von der CNC errechnet, wonach dieser Punkt vom Werkzeug angefahren wird.



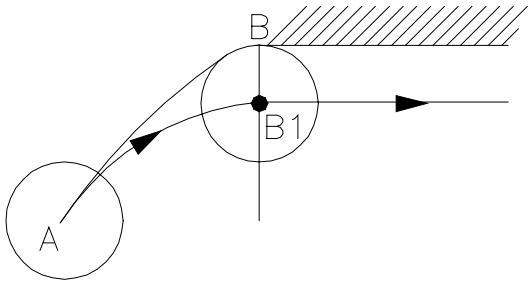
----Programmierter Bahn

Aktiviere Radiuskorrektur G41/G42 mit Gerade an Gerade



Aktiviere Radiuskorrektur G41/G42 mit Gerade an Kreis

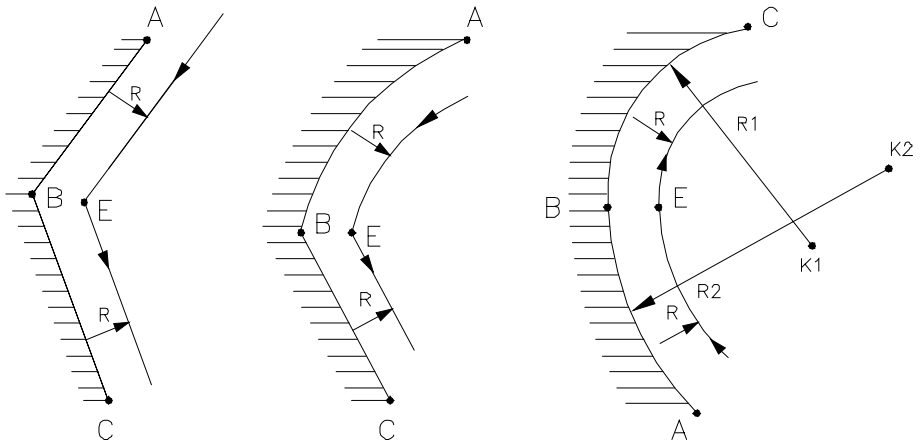
Wird die Radiuskorrektur während einer Kreisbewegung (AB) aktiviert, so verfährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen vom Werkzeugstandpunkt (A) auf die zuerst errechnete Position (B1).



Aktiviere Radiuskorrektur G41/G42 auf einem Kreis

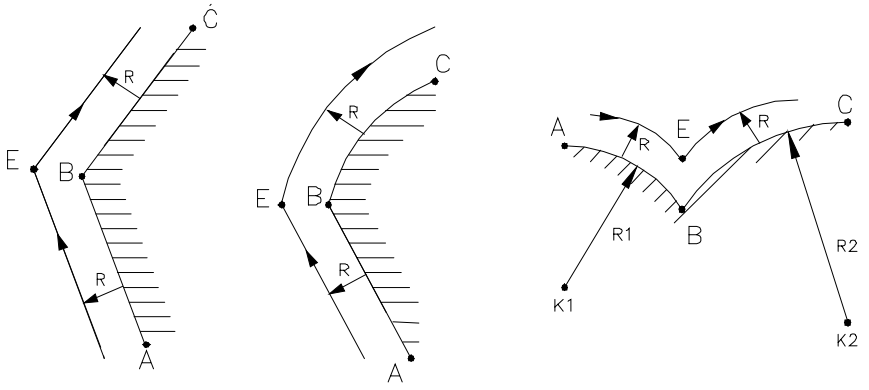
INNENKONTUREN

Bei der Anwendung von Radiuskorrektur verläuft die Werkzeugbahn immer im gleichen Abstand zur programmierten Kontur, ausgenommen an den Schnittpunkten der Konturelemente. Diese Schnittpunkte werden automatisch von der CNC berechnet.



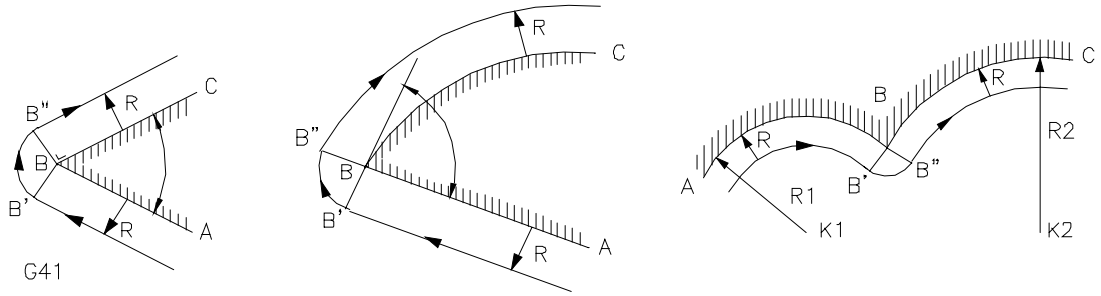
AUßENKONTUREN

Der Schnittpunkt von Außenkonturelementen wird immer dann berechnet, wenn der Winkel zwischen den Elementen einer als Maschinenkonstante vorgegebenen Wert überschreitet. Das Werkzeug wird dann auf diese Position gefahren.



AUßENKONTUREN MIT SPITZEN WINKELN

Wenn der Winkel zwischen zwei Außenkonturelementen kleiner ist als ein über Maschinenkonstante vorgegebener Wert (MC711), so erzeugt die CNC eine Kreisbewegung zwischen den beiden Elementen. Diese Kreisbewegung wird als Bestandteil des vorherigen Programmsatzes verarbeitet. Deswegen wird bei Einzelsatzbetrieb das Werkzeug nach der Kreisbewegung angehalten.



WERKZEUGRADIUSKORREKTUR FÜR DIE WERKZEUGBAHN

Im allgemeinen berücksichtigt das CNC-System bei der Berechnung der Werkzeugbahn den Radius eines Nominalwerkzeuges. Die beschriebene Radiuskorrektur erlaubt die Verwendung eines realen Werkzeuges für die Teilebearbeitung und die Anwendung einer Korrektur für den Radius des Nominalwerkzeuges, zum Berechnen der Bahn des aktuellen Werkzeuges. Aus diesem Grund wird im Werkzeugspeicher ein Korrekturwert für den Werkzeugradius (inklusive Vorzeichen) abgelegt.

"+ Korrekturwert" : Für ein überdimensioniertes Werkzeug, d.h. ein Werkzeug dessen Radius größer ist als der Radius des Nominalwerkzeuges.

"- Korrekturwert" : für ein überdimensioniertes Werkzeug

VERFAHRBEWEGUNGEN

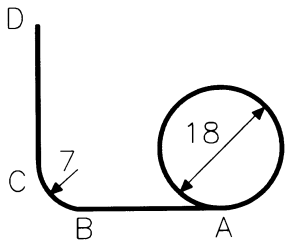
Die Programmierung von G41 oder G42 führt nicht zur Aktivierung einer Wegbedingung für eine Verfahrbewegung (G0, G1, G2 oder G3). Die zuletzt programmierte Funktion für eine Verfahrbewegung bleibt wirksam.

PROGRAMMIERFEHLER

Wenn der Werkzeugradius zu groß ist, so kann das Werkstück in bestimmten Fällen Schaden nehmen.

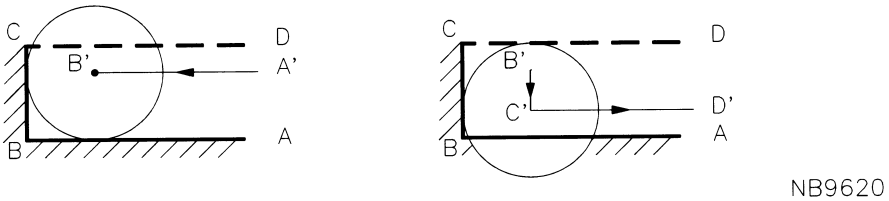
a. Wenn der Werkzeugradius zu groß ist, so kann das Werkstück in bestimmten Fällen Schaden nehmen.

Anmerkung: der Werkzeugradius sollte mindestens 0,001 mm (0,0001 Inch) kleiner sein als der programmierte Radius.



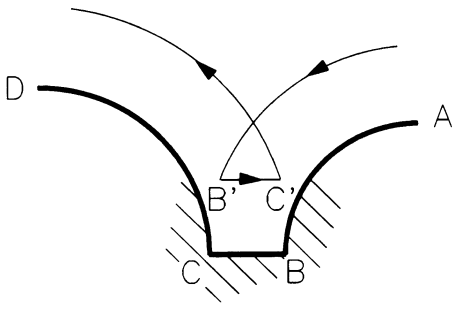
NB6250a

b. Die Kontur AB-BC wurde programmiert. Bei aktiver Radiuskorrektur wird das Werkzeug entlang CD zurückgezogen. Wenn BC kleiner ist als der doppelte Werkzeugradius, so wird das Werkzeug während der Verfahrbewegung von B' nach C' und von C' nach D' mit dem Werkstück kollidieren.



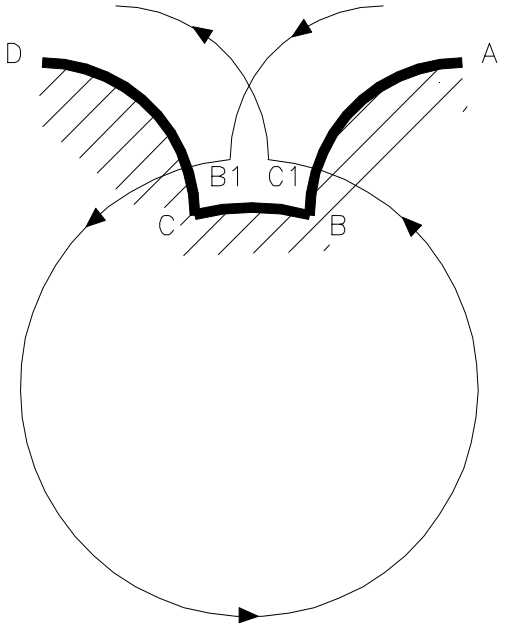
NB9620

c. Die im nachfolgendem Bild dargestellte Kontur wurde programmiert. Wenn die Gerade kleiner ist als der doppelte Werkzeugradius, so wird das Werkzeug während der Bearbeitung mit dem Werkstück kollidieren.



NB6250c

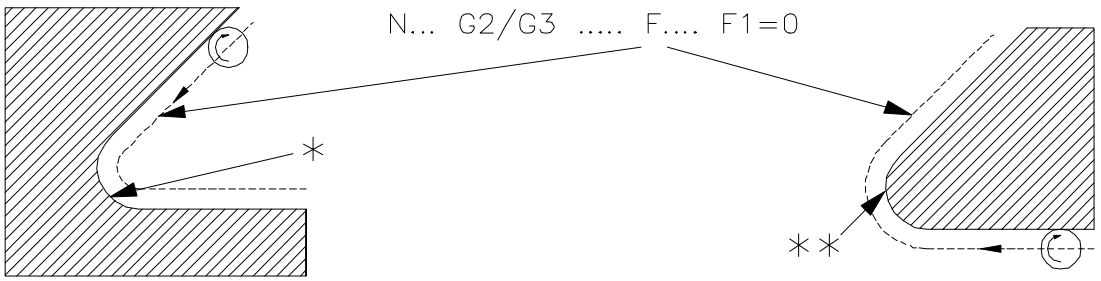
d. Die im nachfolgendem Bild dargestellte Kontur wurde programmiert. Das Werkzeug fährt auf Punkt B1, danach von B1 auf C1 und anschließend parallel entlang CD. Die Bewegungsrichtung während der Verfahrbewegung von B1 nach C1 entspricht der für den Kreis BC programmierten Bewegungsrichtung. Wenn die Kreisbewegung BC zu klein ist, so fährt das Werkzeug nahezu einen Vollkreis bevor es C1 erreicht.



KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB

Der Parameter F1= dient dazu, den programmierten Vorschub auf der Werkstückkontur konstant zu halten, ungeachtet des Fräserradius und der Konturform. Diese gesteuerte Geschwindigkeit wird als KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB bezeichnet.

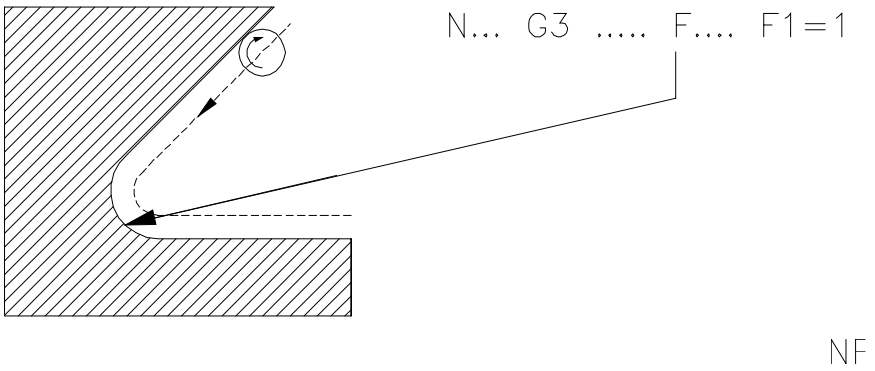
F1=0 kein konstanter Schnittvorschub (Einschaltzustand, M30, Softkey Programm abbrechen oder nach Softkey CNC rücksetzen). Der programmierte Vorschub sollte die Geschwindigkeit der Werkzeugspitze darstellen.



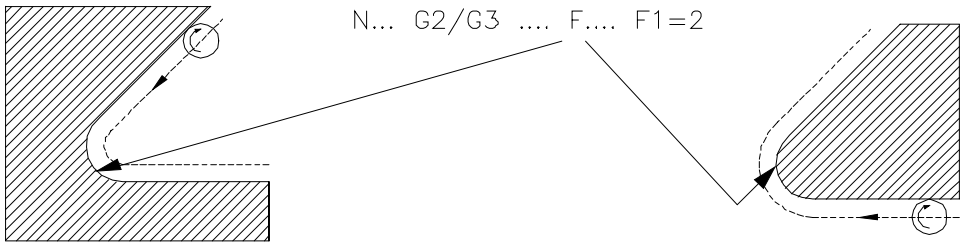
* Schnittvorschub zu groß

** Schnittvorschub zu klein

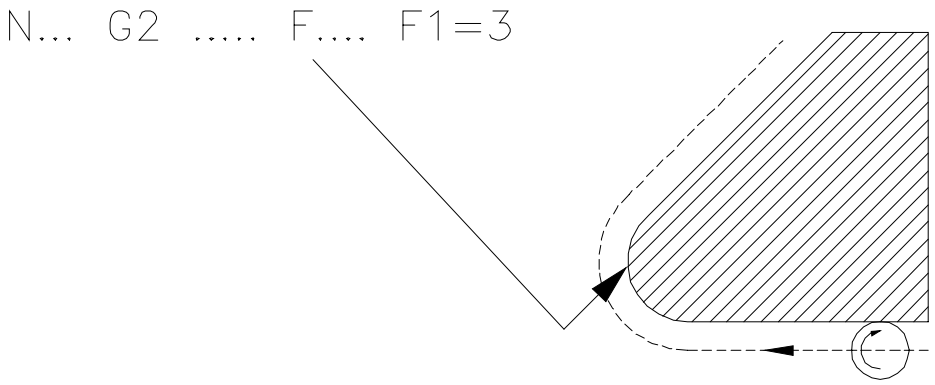
F1=1 konstanter Schnittvorschub nur auf der Innenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt, um sicherzustellen, dass die Werkzeugspitze mit der herabgesetzten Geschwindigkeit auf der Innenseite eines Kreisbogens verfährt.



F1=2 konstanter Schnittvorschub auf der Innen- und Außenseite von Kreisbogen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt (Innenkreisbogen) bzw. heraufgesetzt (Außenkreisbogen), um sicherzustellen, dass die Werkzeugspitze mit der neuberechneten Geschwindigkeit verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



F1=3 konstanter Schnittvorschub nur auf der Außenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird heraufgesetzt, um sicherzustellen, dass die Werkzeugspitze mit der heraufgesetzten Geschwindigkeit auf der Außenseite eines Kreisbogens verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



WECHSELN VON EINER FUNKTION DER RADIUSKORREKTUR AUF EINE ANDERE

Wird z.B. von G41 auf G42, G43 oder G44 gewechselt, so endet die Werkzeugbewegung in einer Position, die mit der zuerst wirksamen Funktion errechnet wurde und startet in einer Position, die mit der anderen wirksamen Funktion errechnet wurde. Wenn die beiden Positionen nicht zusammenfallen, so erfolgt eine geradlinige Vorschubbewegung von einer Position zur anderen.

ENDE DER RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur wird mit der Funktion G40 gelöscht. Nachher programmierte Koordinaten beziehen sich auf die Bewegungen der Werkzeugspitze.

EBENE FÜR DIE RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur erfolgt in der von G17, G18 und G19 angegebenen Ebene.

WERKZEUGACHSENBEWEGUNG

Eine simultane Verfahrbewegung in der Werkzeugachse und in den Achsen der Hauptebene (definiert von G17, G18 bzw. G19) bei wirksamer Radiuskorrektur ist möglich. Die korrigierten Bewegungen in den Hauptachsen können geradlinig oder kreisförmig sein.

SPIRALENINTERPOLATION

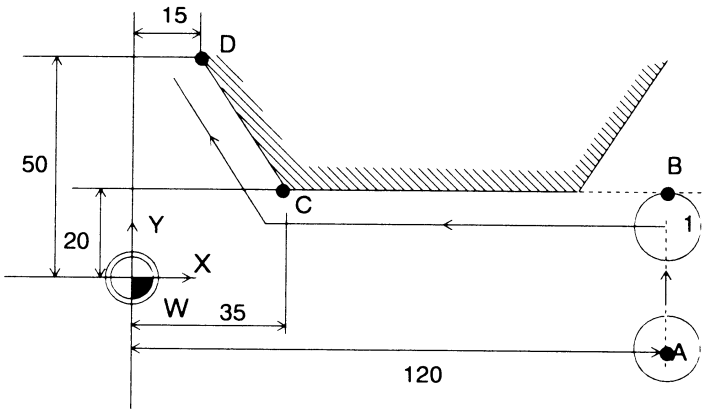
Bei Anwendung von Spiraleninterpolation lässt sich eine Kreisbewegung in der von G17, G18 bzw. G19 angegebenen Ebene mit Radiuskorrektur ausführen.

VERWENDUNG DES ZYLINDRISCHEN KOORDINATENSYSTEMS

Bei Verwendung des zylindrischen Koordinatensystems (G182) lassen sich die Funktionen G41, G42, G43, G44 auch in der Zylinderebene einsetzen.

Beispiele

BEISPIEL 1



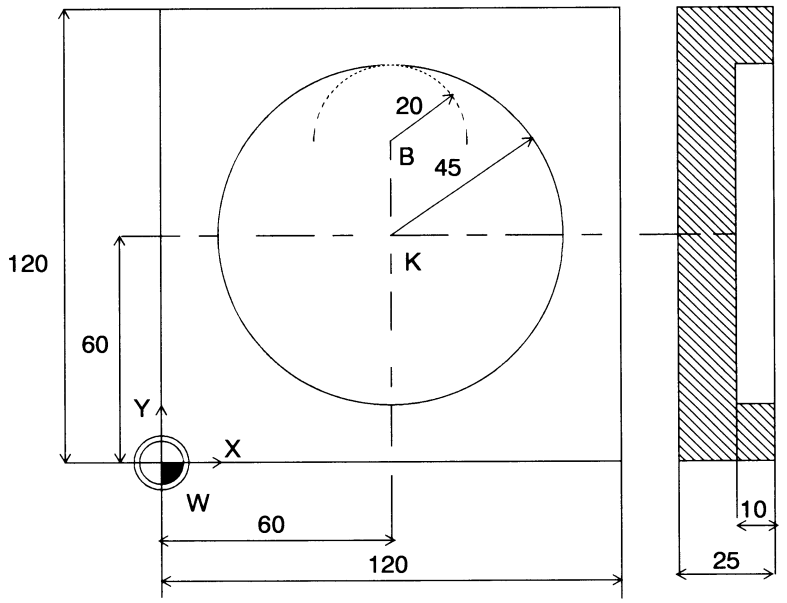
NB8604

N9999
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 G0 X120 Y-20 Z5 S3000 M3
N5 G1 Z-10 F600
N6 G43
N7 Y20
N8 G41
N9 X35
N10 X15 Y50
N11 G40
N12 G0 X120 Y-200 Z5 M30

Erläuterung:

N3	:	Werkzeug 1 (Durchmesser 10) und dessen Korrekturen einwechseln
N4	:	Spindel starten; Werkzeug im Eilgang auf Punkt A fahren
N5	:	Mit Vorschub (600 mm/min) auf Tiefe fahren
N6	:	Radiuskorrektur BIS aktivieren
N7	:	Werkzeug mit Vorschub BIS zum Punkt B fahren
N8	:	Radiuskorrektur LINKS aktivieren
N9-N10:		Werkzeug mit vorgegebenem Vorschub auf der linken Seite des Werkstückes verfahren
N11	:	Radiuskorrektur löschen
N12	:	Werkzeug im Eilgang auf Punkt A fahren

BEISPIEL 2



NB8603

```
N9998
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 G0 X60 Y85 Z0 S3000 M3
N5 G1 Z-10 F500
N6 G43 X80 F300
N7 G41
N8 G3 X60 Y105 R20
N9 I60 J60
N10 X40 Y85 R20
N11 G40
N12 G0 Z200 M30
```

Erläuterung:

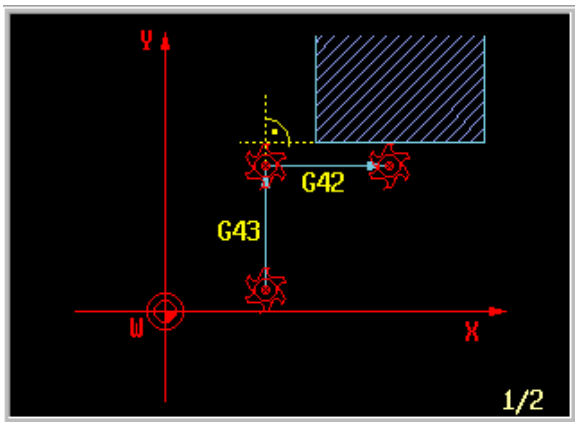
N3 : Werkzeug einwechseln (Durchmesser 10)
N4 : Spindel starten; Werkzeug auf Startpunkt B fahren
N5 : Werkzeug auf Tiefe zustellen
N6 : Werkzeug BIS zum Startpunkt des kleinen Kreises fahren;
neuen Vorschub mit 300 mm/min festlegen
N7 : Radiuskorrektur LINKS aktivieren
N8 : Eintritt des Werkzeuges in die Kontur über eine Kreisbewegung
N9 : Vollständigen Kreis fräsen
N10 : Kontur über eine kleine Kreisbewegung verlassen
N11 : Radiuskorrektur löschen
N12 : Werkzeug aus dem Werkstück herausziehen; Programm-Ende

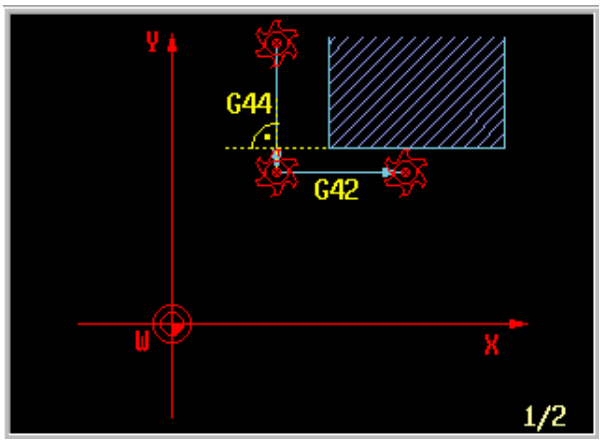
5.23 G43/G44 Werkzeugradiuskorrektur bis/über Endpunkt

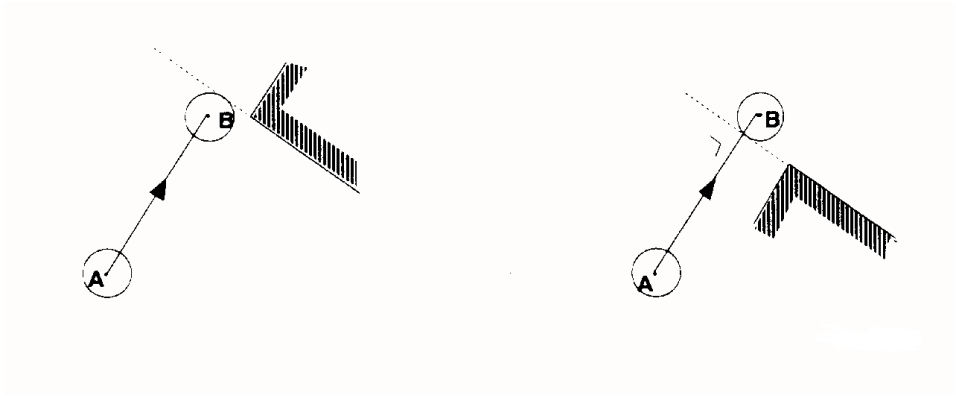
Zweck

Positionieren des Werkzeuges mit Fräserradiuskorrektur BIS/ÜBER eine programmierte Position.

G43 aktiviert Radiuskorrektur BIS zu einer programmierten Position (der Werkzeugradius wird von der programmierten Position abgezogen)
G44 aktiviert Radiuskorrektur ÜBER eine programmierte Position (der Werkzeugradius wird zur programmierten Position hinzugezählt).







G43 BIS G44 ÜBER

Format

N.. G43/G44 {Achsenkoordinaten}

Parameter

keine

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G40, G41/G42, G61/G62 und für 3D-Werkzeugkorrektur G141

Alternativ

G43 wird in der Regel angewendet für achsparallele Positionierbewegungen. Wenn die Positionierbewegung nicht achsparallel ist, muss der Anfangspunkt B berechnet werden. Darum ist es besser, die Möglichkeiten von G61 (Tangentiales Anfahren) zu nutzen.

Hinweise und Verwendung

KREISBEWEGUNG

Die Anwendung der Funktion G43 oder G44 in Verbindung mit einer Kreisbewegung (G2/G3) führt zu einer Fehlermeldung. Kreisbewegungen sollten nur in Verbindung mit G41 oder G42 programmiert werden.

ACHSPARALLELE BEWEGUNG

Wenn die Funktion G43 oder G44 in Verbindung mit einer achsparallelen Bewegung verwendet wird, während nur eine Koordinate programmiert worden ist, so wird die Position in dieser Achse berechnet. Die andere Achse bleibt unverändert. G43 und G44 können daher nur bei Radiuskorrektur und achsparallelen Bewegungen verwendet werden.

EINTRITT IN EINE KONTUR MIT G43 ODER G44

Die Funktionen G43 und G44 erlauben den Eintritt in eine Kontur auf der Normale (=senkrecht zu) eines beliebigen Konturelements. Diese Art von Eintritt in eine Kontur wird empfohlen, weil dabei die Chance einer zufälligen Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück geringer ist als beim direkten Einsatz der Funktionen G41 und G42.
Siehe auch "ANFANG DER RADIUSKORREKTUR" unter G41/G42.

WECHSELN VON EINER FUNKTION DER RADIUSKORREKTUR AUF EINE ANDERE

Wird z.B. von G41 auf G42, G43 oder G44 gewechselt, so endet die Werkzeugbewegung in einer Position, die mit der zuerst wirksamen Funktion errechnet wurde und startet in einer Position, die mit der anderen wirksamen Funktion errechnet wurde. Wenn die beiden Positionen nicht zusammenfallen, so erfolgt eine geradlinige Vorschubbewegung von einer Position zur anderen.

ENDE DER RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur wird mit der Funktion G40 gelöscht. Nachher programmierte Koordinaten beziehen sich auf die Bewegungen der Werkzeugspitze.

EBENE FÜR DIE RADIUSKORREKTUR

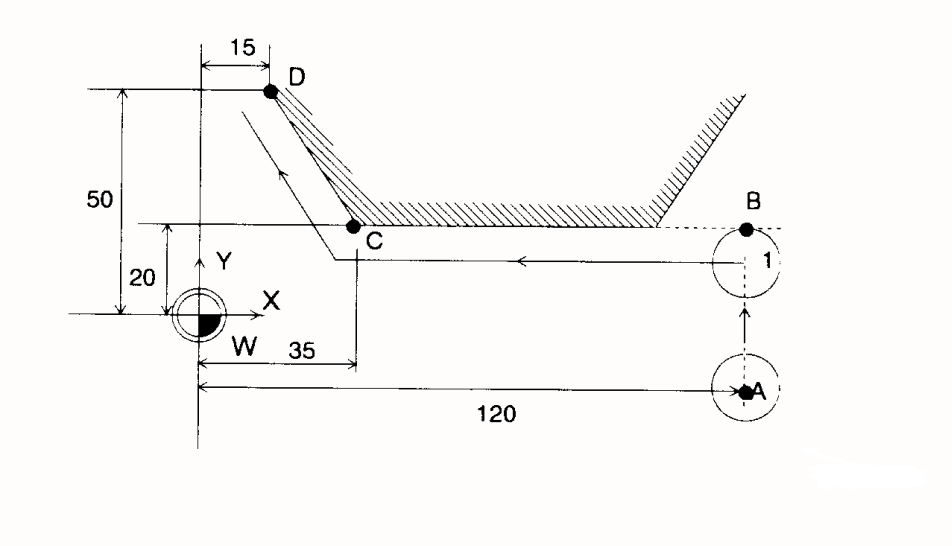
Die Radiuskorrektur erfolgt in der von G17, G18 und G19 angegebenen Ebene.

VERWENDUNG DES ZYLINDRISCHEN KOORDINATENSYSTEMS

Bei Verwendung des zylindrischen Koordinatensystems (G182) lassen sich die Funktionen G41, G42, G43, G44 auch in der Zylinderebene einsetzen.

Beispiele

BEISPIEL 1



N40 G0 X120 Y-15 Z10
N41 G1 Z-10 F500
N42 G43 Y20
N43 G41 X35
N44 X15 Y50

Erläuterung:

N40 : Werkzeug auf den Anfangspunkt A fahren und anschließend auf Tiefe zustellen
N41 : Vorschub mit 500 mm/min festlegen
N42 : Werkzeug BIS zum Werkstück fahren
N43 : Erste Fräsbewegung auf der linken Seite der Kontur starten

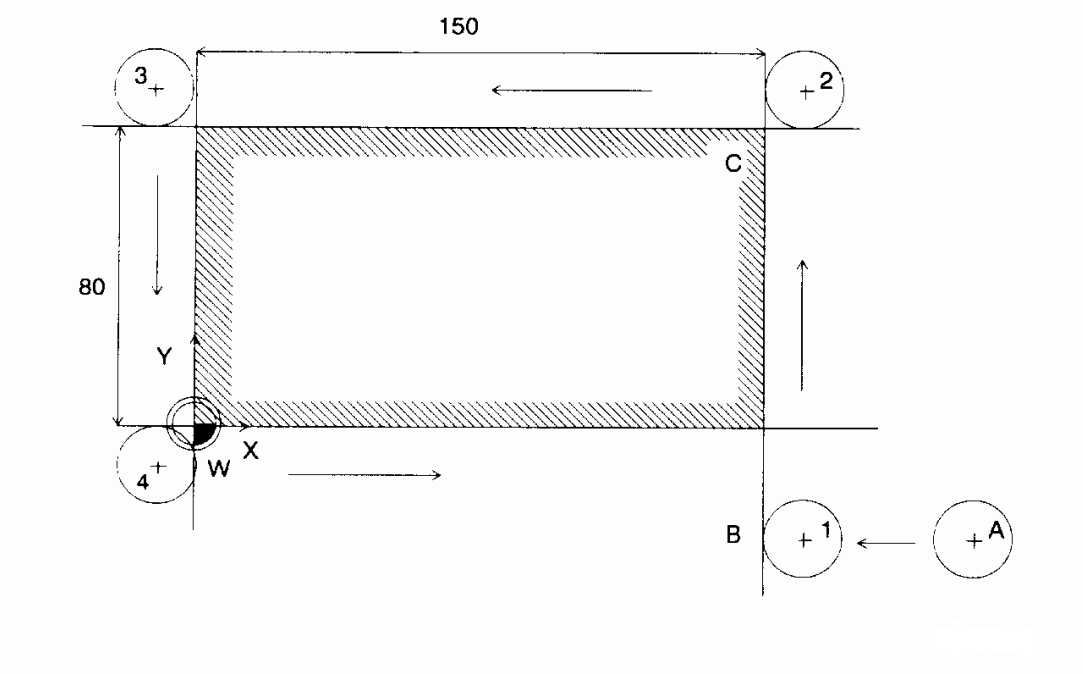
Alternativ mit G61

N41 G41
N42 G61 X120 Y20 Z-10 Z1=10 I2=5 R20 F500
N43 G1 X35
N44 X15 Y50

Erläuterung:

N41 : Nächste Bewegung auf der linken Seite
N42 : Werkzeug senkrecht zum Anfangspunkt fahren (Höhe Z1=...)
Vorschub mit 500 mm/min festlegen
Werkzeug BIS zum Werkstück fahren und auf Tiefe zustellen
X,Y,Z: Startpunkt von der Kontur
Z1: Anfangshöhe
I2=5: Senkrecht
R: Abstand senkrecht zum Anfangspunkt.
N43 : Erste Fräsbewegung auf der linken Seite der Kontur starten

BEISPIEL 2




```
N9 T1 M6
N10 G0 X200 Y-20 Z-5 S1000 M3
N11 G43 X150
N12 G1 F200
N13 G44 Y80
N14 X0
N15 Y0
N16 X150
N17 G40 Y-20
N18 G0 X200
```

Erläuterung:

N9 : Werkzeug 1 und dessen Korrekturen einwechseln
N10 : Spindel im Uhrzeigersinn starten; Drehzahl 1000 U/min;
Werkzeug auf Position A und anschließend auf Tiefe fahren
N11 : Werkzeug im Eilgang BIS zu Punkt B fahren
N12 : Linearvorschub mit 200 mm/min festlegen
N13 : Werkzeug in der Y-Achse ÜBER Kante Y80 (Punkt 2) fahren;
die Funktion G44 bleibt in den nachfolgenden Sätzen wirksam
N14 : Werkzeug in der X-Achse ÜBER Kante X0 (Punkt 3) fahren
N15 : Werkzeug in der Y-Achse ÜBER Kante Y0 (Punkt 4) fahren
N16 : Werkzeug in der X-Achse ÜBER Kante X150 fahren
N17 : Radiuskorrektur löschen
N18 : Eilgangbewegung auf Position A

5.24 G45 Messen eines Punktes oder Werkzeugmaßen

Mit G45 können zwei verschiedene Aktionen gemacht werden:

1) Messen eines Punktes mit nur G45
2) Messen von Werkzeugmaßen mit G45 + M25

5.24.1 G45 Messen eines Punktes

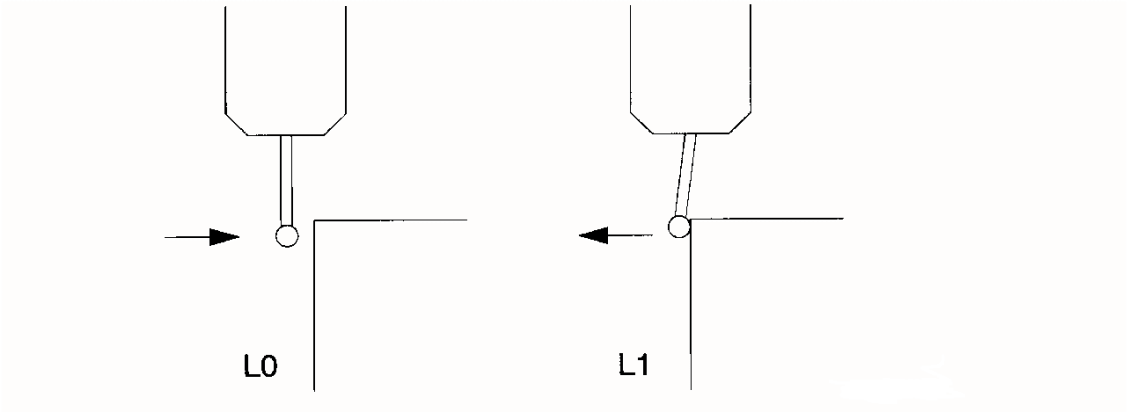
Bemerkung

Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G45 Funktion arbeitet nur achsparallel. G145 hat eine verbesserte Funktionalität und kann auch nicht achsparallel messen. Darum ist es besser die neue Grundmessbewegung G145 zu benützen.

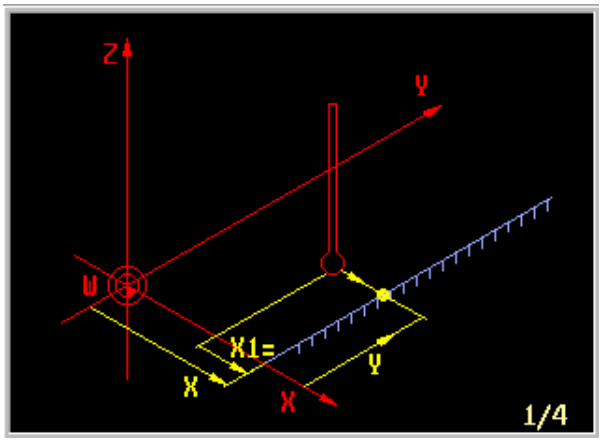
Zweck

Messen der aktuellen Achsenkoordinate beim Ansprechen eines Berührungstasters, der auf die programmierte Position gefahren wird. Aus der Differenz zwischen der aktuellen und der programmierten Position lässt sich die Maßgenauigkeit des Werkstücks ermitteln.



Messtaster bewegt sich zum Werkstück hin

Messtaster hat angesprochen

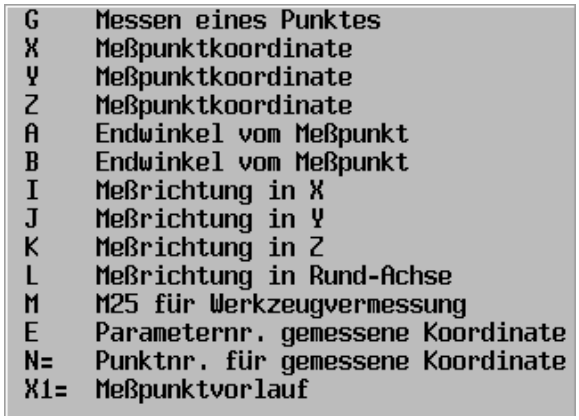


Format

N... G45 [Me position] [{I+/-1} {J+/-1} {K+/-1} {L+/-1}] {X1=...} {N=...} {E...}

Die Ebene für den Rundtisch wird bestimmt durch die Definition der 4. Achse in der Maschinenkonstanten Liste. (MC117 muss 4 sein und MC118 muss B(66) oder C(67) sein). L bezieht sich auf die 4. Achse B oder C. Die Drehachse A ist nicht erlaubt.

Parameter



Messposition

X, Y, Z	Messpunktkoordinate
C	Endwinkel vom Messpunkt
P	Punktedefinitionsnummer

Messparameter

I	Messrichtung in X
J	Messrichtung in Y
K	Messrichtung in Z
L	Messrichtung in Rundachse
X1=	Messpunktvorlauf

Messergebnisse

E	Parametern für gemessene Koordinate
N=	Punktnummer für gemessene Koordinate

Die Differenz zwischen der gemessenen und der programmierten Koordinate wird berechnet und intern gespeichert, zur Verwendung im Betrieb mit G49 oder G50.

Modale Wörter

E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

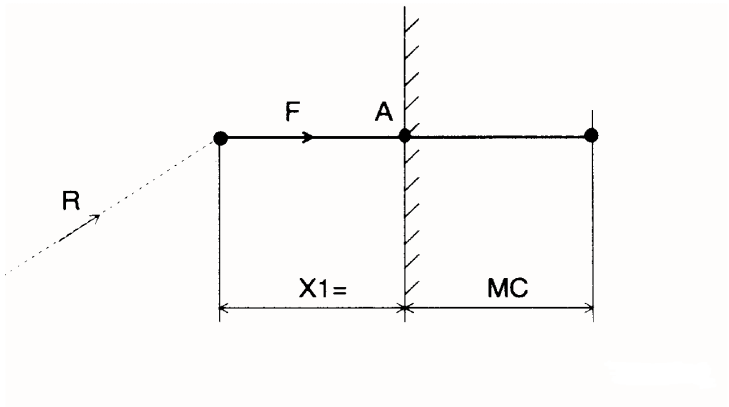
G46, G49, G50, G54 und die Grundmessbewegung G145
M25, M27, M28

Hinweise und Verwendung

MESSPOSITION

Die zu messende Position wird durch die programmierten Koordinaten angegeben.

VOR- UND NACHMESSDISTANZ



Die Vormessdistanz definiert die Messstrecke vor der programmierten Position. Die Messbewegung erfolgt mit Messvorschub. Die Distanz wird mit dem Wort X1= programmiert.

Wenn X1= nicht programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch ein festvorgegebener Wert (Maschinenkonstante MC844) verwendet.

Die Nachmessdistanz (Maschinenkonstante MC845) definiert die maximale Messstrecke nach der programmierten Position.

MESSABLAUF

1. Der Messtaster fährt im Eilgang auf die Vormessposition, die durch die programmierte Position und die Vormessdistanz in der zu messenden Achse definiert wird. Diese Bewegung wird unter Kontrolle der Positionierlogik von G0 ausgeführt.

2. Nachdem der Messtaster die Vormessposition erreicht hat, fährt er mit festvorgegebenem Vorschub (Maschinenkonstante MC843) in der programmierten Richtung entlang der angegebenen Achse auf die programmierte Position. Der Messtaster kann über diese Position hinaus fahren (Nachmessdistanz), muss aber im Bereich zwischen der Vormess- und Nachmessdistanz ansprechen.

3. Wenn der Messtaster das Werkstück berührt, wird die gemessene Koordinate gespeichert. Der Taster fährt im Eilgang zur Vormessposition zurück.

SPEICHERN DES MESSERGEBNISSES (E, N=)

Die gemessene Koordinate kann entweder im E-Parameterspeicher (E) oder/und im Punktespeicher (N=) abgelegt werden.

Eintragen der Koordinate in den E-Parameter hat den Vorteil, dass zusätzliche Berechnungen ausgeführt werden können, wie in einem Makro.
Die Differenz zwischen der gemessenen und der programmierten Koordinate wird berechnet und intern gespeichert, zur Verwendung im Betrieb mit G49 oder G50.

Die gespeicherten Differenzen werden durch Aktivieren einen neuen Messfunktion (G45 oder G46), Softkey Programm abbrechen oder über Softkey CNC RÜCKSETZEN gelöscht.

FEHLERMELDUNGEN

Eine Fehlermeldung wird angezeigt und die Bewegung gestoppt Wenn:

1. der Messtaster während der Eilgangbewegung zur Vormessposition einen Messkontakt erhält
2. der Messtaster über die Nachmessdistanz hinaus fährt.

KOLLISIONSSCHUTZ

Wenn der Messtaster während einer Verfahrbewegung anders als der eigentlichen Messbewegung anspricht, so wird einer Fehlermeldung ausgelöst und die Bewegung gestoppt. Manchmal wird das Ansprechen des Messtasters durch sehr schnelle Bewegungen hervorgerufen und nicht durch eine Kollision.

Über eine Maschinenkonstante (MC850) kann festgehalten werden, dass der Kollisionsschutz

- während der Messbewegung und evtl. Beim Rückzug nach dem Messvorgang ausgeschaltet ist;
- bei allen Bewegungen oder nur bei Vorschubbewegungen wirksam ist.

WERKZEUGSPEICHER

Der Radius und die Länge des Messtasters werden zusammen mit einer Werkzeugnummer im Werkzeugspeicher abgelegt. Für den Messtaster kann der Werkzeugtyp Q3=9999 eingetragen werden.

Beispiel: P5 T5 Q3=9999 L150 R4

Beim Aufruf des Werkzeugs T5 mit Q3=9999 erkennt die Steuerung, dass dieses Werkzeug der Messtaster ist. Der Tasterradius wird abgefragt und zum Korrigieren der Messposition verwendet.

Wenn eine Funktion für den Spindellauf (M3 oder M4) programmiert ist, so wird diese Funktion unterdrückt und eine Fehlermeldung ausgegeben.

BLASLUFT VOR DER MESSUNG

Das Werkstück kann an der Messoberfläche mit Hilfe von Blasluft gereinigt werden. Die Dauer der Blasluftzufuhr wird über eine Maschinenkonstante (MC842) festgelegt.

Die Blasluft wird über eine M-Funktion eingeschaltet, immer wenn eine Vormessposition erreicht wird. Die betreffende M-Funktion ist der Maschinendokumentation des Werkzeugmaschinenherstellers zu entnehmen.

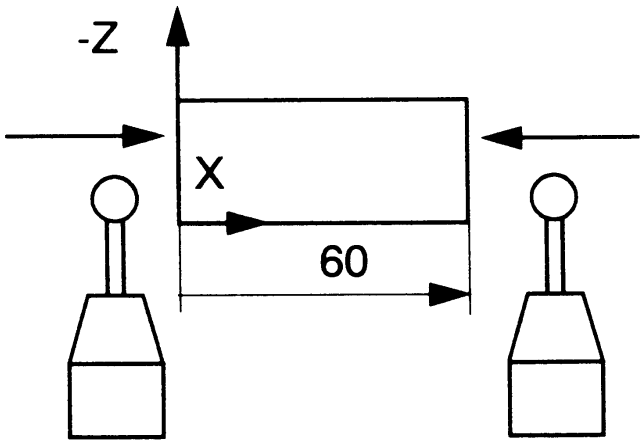
EINSCHRÄNKUNGEN

1. Mit einem G45-Satz kann jeweils nur eine Achsenkoordinate gemessen werden.
2. Der Messtaster muss eine kugelförmige Messspitze haben.
3. Der Messtaster arbeitet nur auf Druckberührung, d.h. in der positiven Werkzeugachse kann nicht gemessen werden.

Hinweis: G45 wird auch zusammen mit M25 zum Messen von Werkzeugmaßen eingesetzt.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G45 + M25.

Beispiel

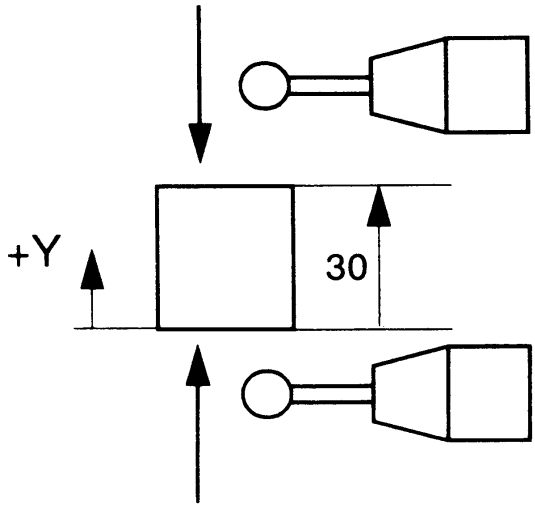
BEISPIEL 1: Messen eines Punktes in der X-Achse



Messen in positiver Richtung
N.. G45 X0 Y20 Z-10 I1 E1 N=1

Messen in negativer Richtung
N.. G45 X60 Y20 Z-10 I-1 E1 N=1

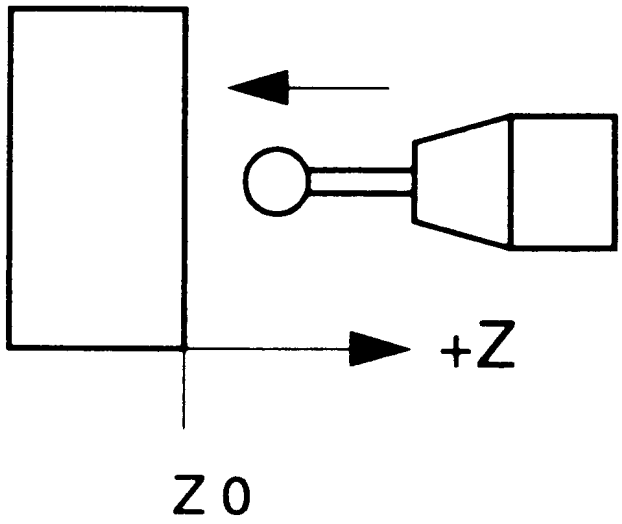
BEISPIEL 2 : Messen eines Punktes in der Y-Achse



Messen in positiver Richtung
N.. G45 X30 Y0 Z-10 J1 E1 N=1

Messen in negativer Richtung
N.. G45 X30 Y30 Z-10 J-1 E1 N=1

BEISPIEL 3 : Messen eines Punktes in der Z-Achse



Messen in negativer Richtung

N.. G45 X30 Y30 Z0 K-1 E1 N=1

Hinweis: In der Werkzeugachse kann nur in negativer Richtung gemessen werden.

Erläuterung der Beispiele:

Der Punkt wird gemessen, die Messposition errechnet und in Speicherstelle 1 des Punktespeichers oder in Parameter E1 eingetragen.

5.24.2 G45 + M25 Messen von Werkzeugmaßen

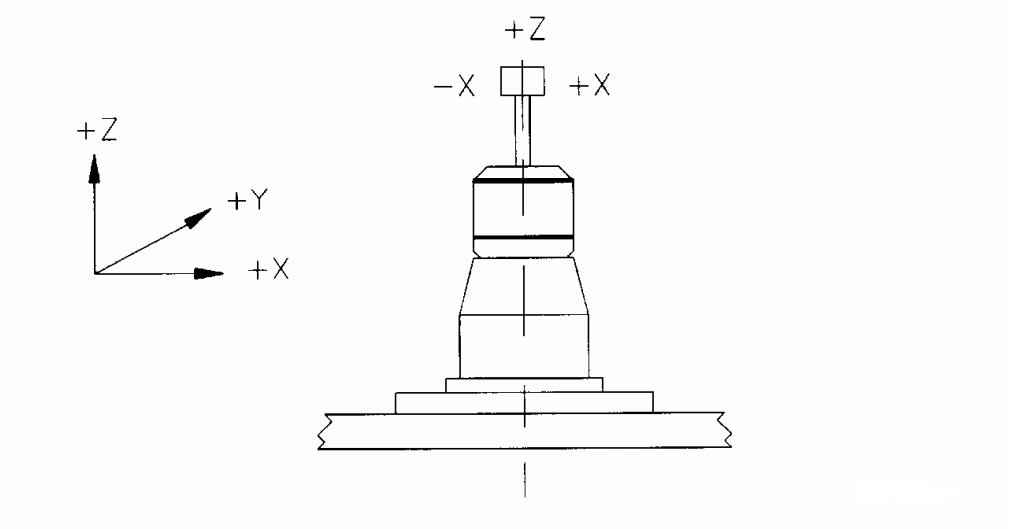
Bemerkung

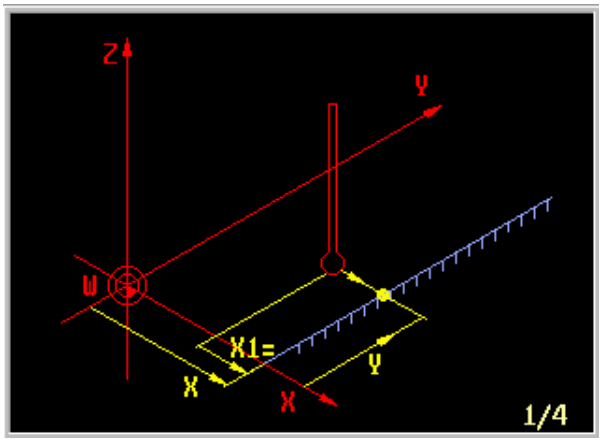
Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G45 Funktion arbeitet nur achsparallel. G145 hat eine verbesserte Funktionalität und kann auch nicht achsparallel messen. Darum ist es besser die neue Grundmessbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Messen von Werkzeugmaßen mit Hilfe eines Messtasters mit würfelförmiger Messspitze.

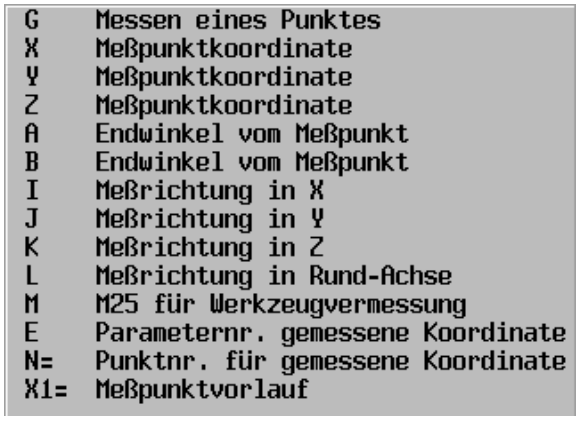




Format

N... G45 {I...} {J...} {K...} {X1=...} M25

Parameter



Messparameter

I	Messrichtung in X
J	Messrichtung in Y
K	Messrichtung in Z
L	Messrichtung in Rundachse
X1=	Messpunktvorlauf

Modale Wörter

E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G49, G50
M26, M27, M28

Hinweise und Verwendung

MESSEN DER WERKZEUGMAßE

Zum Messen der Werkzeugmaße wird ein Messtaster mit würfelförmiger Spitze an einer festen Stelle der Werkzeugmaschine verwendet.

Beim Messen in der Werkzeugachse erhält man die Werkzeuglänge.
Beim Messen in zwei Richtungen der gleichen Achse erhält man den Werkzeugradius.

LAGE DES MESSTASTER MIT WÜRFELFÖRMIGER MESSSPITZE

Die Lage des Messtasters (MC3155, MC3?55) mit würfelförmiger Spitze sowie deren Breite (MC847) werden als Maschinenkonstanten gespeichert.

MESSABLAUF

Der Ablauf des Messvorgangs ist ähnlich wie bei G45. Statt der Programmierung der Lage des festen Messtasters werden deren Koordinaten im Maschinenkonstantenspeicher abgefragt.

OPTIMIEREN DES WERKZEUGSPEICHERS

Die Daten im Werkzeugspeicher werden mit der Funktion G50 optimiert. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G50.

Hinweise:

1. Werkzeugmessungen können ebenfalls an der Steuerung vorgenommen werden, und zwar in der Betriebsart BEDIENUNG. Einzelheiten sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

2. Für die automatische Messung von Werkzeugmaßen mit Hilfe einer Messdose sei auf die Beschreibung von G145 verwiesen.

Beispiel

Messen der Werkzeuglänge

```
N89 T1 M6
N90 G45 K-1 X1=5 M25
N91 G50 T1 L1=1
```

Erläuterung:

N89 : Werkzeug 1 einwechseln
N90 : Werkzeuglänge in der negativen Richtung der Z-Achse messen. Die Vormessdistanz beträgt 5 mm.
N91 : Länge von Werkzeug 1 im Werkzeugspeicher korrigieren.

5.25 G46 Messen eines Vollkreises oder Messtasterkalibrierung

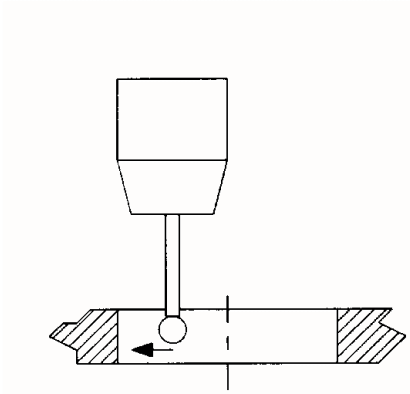
Mit G46 können zwei verschiedene Aktionen getan werden:

1) Messen eines Vollkreises mit nur G46
2) Messtasterkalibrierung mit G46 + M26

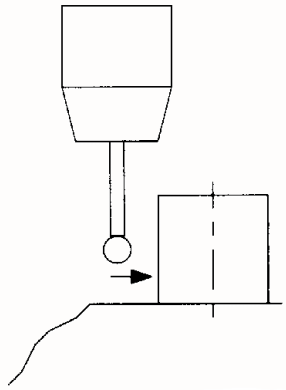
5.25.1 G46 Messen eines Vollkreises

Zweck

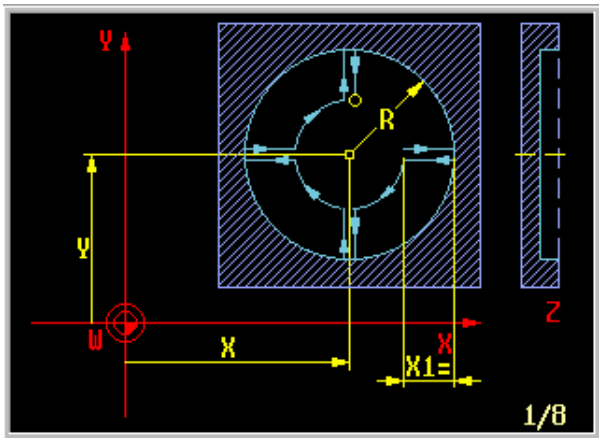
Messen eines Vollkreises und Ermitteln der Mittelpunktkoordinaten und der Differenz zwischen dem programmierten und dem errechneten Kreisradius.



Messen eines Innenkreises



Messen eines Außenkreises

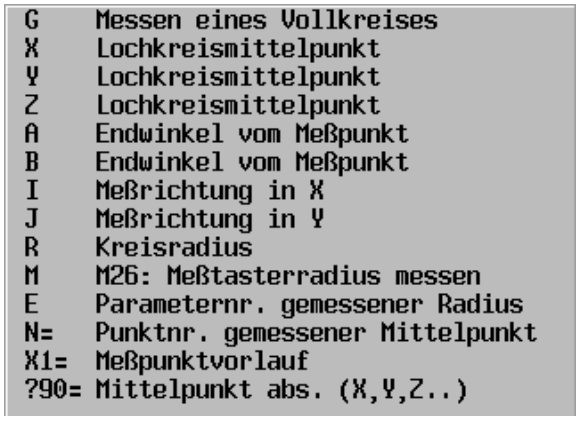


Format

Messen eines Innenkreises:
N... G46 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... {I+1 J+1} {I+1 K+1} {J+1 K+1} {F...} {X1=...} N=... E...

Messen eines Außenkreises:
N... G46 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... {I-1 J-1} {I-1 K-1} {J-1 K-1} {F...} {X1=...} N=... E...

Parameter



Kreisparameter

X, Y, Z	Lochkreismittelpunkt
C	Endwinkel vom Messpunkt
P	Punktedefinitionsnummer
R	Kreisradius

Messparameter

I	Messrichtung in X
J	Messrichtung in Y
K	Messrichtung in Z
F	Vorschub zwischen den Messpunkten
X1=	Messpunktvorlauf

Messergebnisse

N=	Punktnummer gemessener Mittelpunkt
E	Parameternummer gemessener Radius

Modale Wörter

E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G49, G50, G54
M26, M27, M28

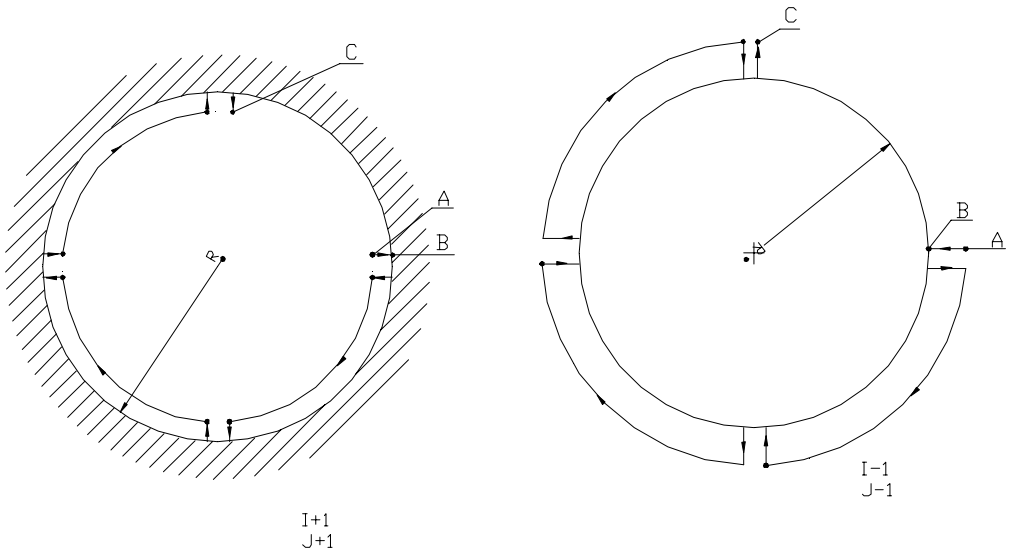
Hinweise und Verwendung

Die G46 Funktion ist für die Messen von einem Kreis. Unter die Grundmessbewegung G145 ist ein Makro beschreiben, womit auch einem Kreis gemessen werden kann.

MESSEN DER POSITIONEN

Beim Ausführen eines G46-Satzes werden vier Positionen gemessen. Die Messungen werden so vorgenommen, als wären vier G45-Sätze programmiert. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G45, Abschnitte VOR- UND NACHMESSDISTANZ, WERKZEUGSPEICHER, BLASLUFT VOR DER MESSUNG und KOLLISIONSSCHUTZ.

MESSABLAUF



A = Anfangsposition (wird angefahren mit Eilgang)
B = Messposition
C = Endposition

1. Der Messtaster fährt im Eilgang auf die Vormessposition des ersten zu messenden Punktes. Diese Position wird durch den programmierten Kreismittelpunkt, den programmierten Radius und die Vormessdistanz (X1=) definiert. Die Bewegung erfolgt unter Kontrolle der Positionierlogik von G0.

2. Der Messtaster fährt mit festvorgegebenem Vorschub (Maschinenkonstante MC843) zum ersten Punkt auf dem programmierten Kreis. Der Taster kann über diesen Punkt hinaus fahren, muss aber im Bereich zwischen der Vormess- (MC844) und Nachmessdistanz (MC845) ansprechen.

3 Hat der Messtaster korrekt angesprochen, wird die Messposition automatisch gespeichert. Der Messtaster fährt dann mit dem eingestellten Vorschub zur Ausgangsposition zurück und anschließend mit dem programmierten Vorschub (F-Wort) im Uhrzeigersinn auf dem Kreis, bis die zweite Vormessposition erreicht wird.

4 Der oben beschriebene Vorgang wird für die zweite, dritte und vierte Position wiederholt.

5 Nachdem die vierte Position gemessen wurde, werden aus den vier gemessenen Positionen der Kreismittelpunkt und der Radius errechnet. Die Koordinaten des Kreismittelpunktes werden im Punktespeicher und der Radius im E-Parameterspeicher abgelegt.

MESSEN DES INNEN- ODER AUßENKREISES (I/J/K)

Jedes Adressenpaar aus den Adressen I, J, K definiert sowohl den Typ des zu messenden Kreises als auch die Ebene, in der der Kreis liegt. In jedem G46-Satz muss ein Adressenpaar angegeben sein.

Ebene	Innenkreis		Außenkreis	
XY (G17)	I+1	J+1	I-1	J-1
XZ (G18)	I+1	K+1	I-1	K-1
XZ (G19)	J+1	K+1	J-1	K-1

SPEICHERN DER MITTELPUNKTKOORDINATEN (N=)

Mit dem Wort N= wird die Stelle im Punktespeicher angegeben, an der die errechneten Mittelpunktkoordinaten gespeichert werden. N=12, zum Beispiel, bedeutet, dass die Mittelpunktkoordinaten in P12 gespeichert werden.

SPEICHERN DES KREISRADIUS (E)

Mit dem E-Wort wird der E-Parameter angegeben, in den der errechnete Radius eingetragen wird. E45, zum Beispiel, bedeutet, dass der Kreisradius als der Wert von E-Parameter 45 gespeichert wird.

FEHLERMELDUNGEN

Es wird eine Fehlermeldung angezeigt und die Bewegung gestoppt, wenn:

1. der Messtaster während der Verfahrbewegung zur Vormessposition einen Messkontakt erhält.

2. der Messtaster über die Nachmessdistanz hinaus fährt.

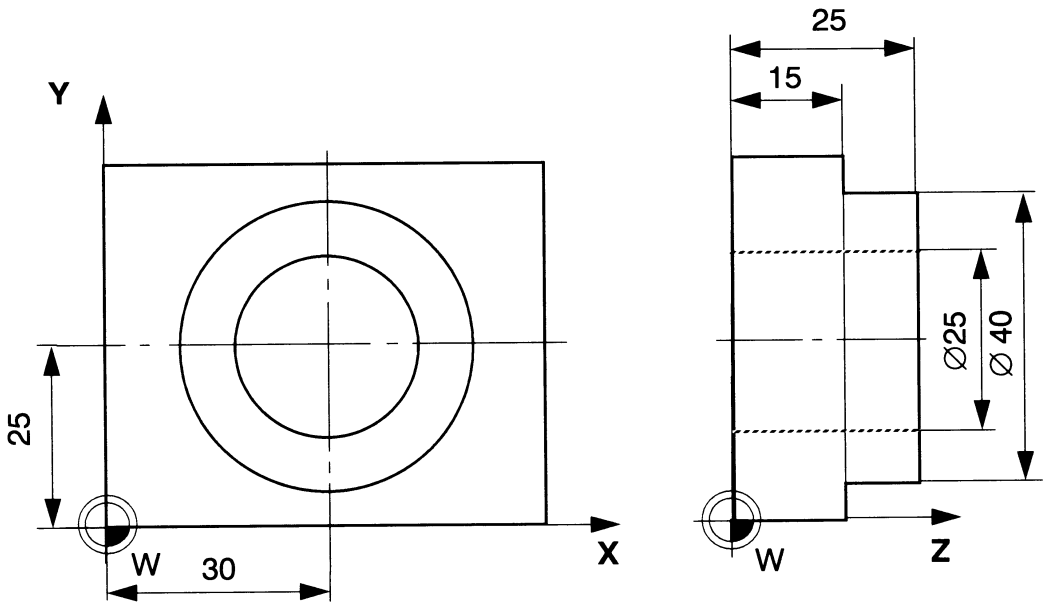
EINSCHRÄNKUNG

Mit einem M46-Satz kann jeweils nur ein Kreis gemessen werden.

Hinweis: G46 wird zusammen mit M26 zum Kalibrieren des Messtasters verwendet. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G46 + M26.

Beispiel

Messen eines Innen- und Außenkreises in der XY-Ebene



Messen des Innenkreises:

N... G46 X30 Y25 Z20 I+1 J+1 R12.5 F3000 N=59 E24

Messen des Außenkreises:

N... G46 X30 Y25 Z20 I-1 J-1 R20 F3000 N=58 E23

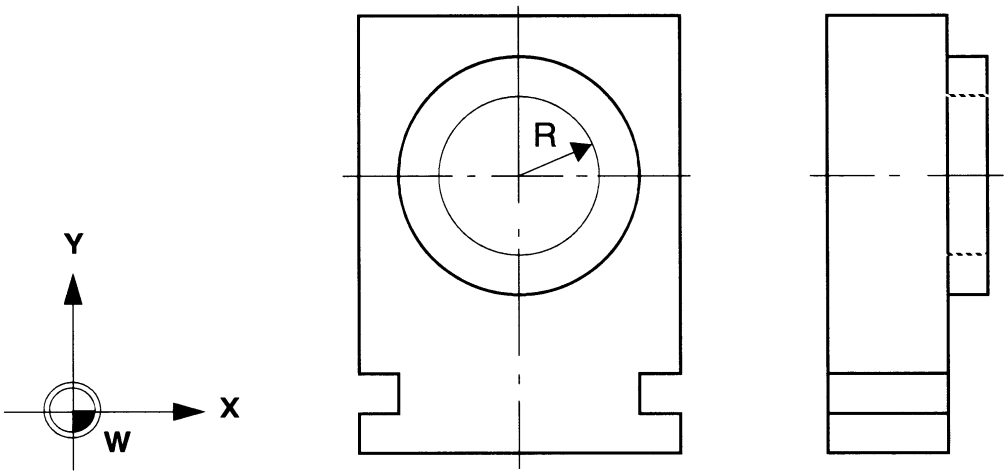
Erläuterung:

Die Kreise werden gemessen. Die errechneten Mittelpunkte werden im Punktespeicher und die errechneten Radien im Parameterspeicher abgelegt.

5.25.2 G46 + M26 Messtasterkalibrierung

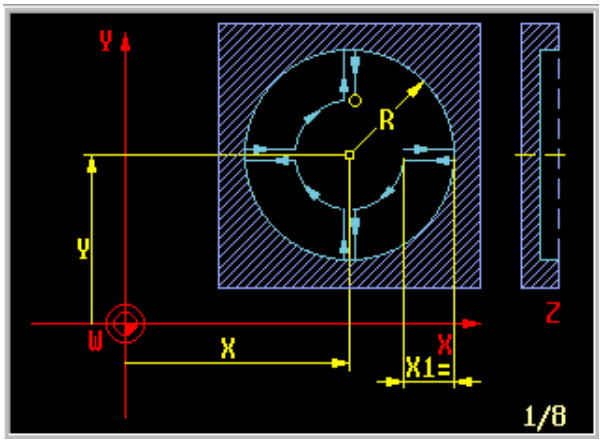
Zweck

Durch Antasten eines Kalibrierringes (Ringlehre mit exakt bekanntem Durchmesser) den Radius eines Berührungstasters ermitteln.



Der Messtaster muss kalibriert werden wenn
- er zum ersten mal eingesetzt wird,
- der Messtasterstift ausgewechselt wird,
- der Messtasterstift verbogen ist.

Hinweis: Es wird angenommen, dass die Lage der Kugelmitte bezogen auf die Spindelachse bereits bestimmt wurde.

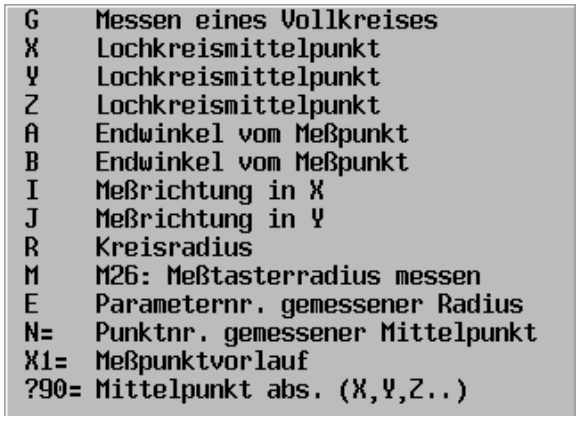


Format

Messen einer Innenringlehre:
N... G46 {I+1 J+1} {I+1 K+1} {J+1 K+1} {F...} {X1=...} M26

Messen einer Außenringlehre:
N... G46 {I-1 J-1} {I-1 K-1} {J-1 K-1} {F...} {X1=...} M26

Parameter



Messparameter

I	Messrichtung in X
J	Messrichtung in Y
K	Messrichtung in Z
F	Vorschub zwischen den Messpunkten
X1=	Messpunktvorlauf

Modale Wörter

E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G49, G50
M25, M27, M28

Hinweise und Verwendung

LAGE DES KALIBRIERRINGES

Die Lage des Kalibrierringes (MC3157, MC3?57) und dessen Radius (MC848) werden im Maschinenkonstantenspeicher abgelegt.

MESSABLAUF

Der Ablauf des Messvorgangs ist ähnlich wie bei G46. Statt der Programmierung der Lage der Ringlehre werden deren Koordinaten im Maschinenkonstantenspeicher abgefragt.

MESSEN DER INNEN- ODER AUßENRINGLEHRE (I/J/K)

Jedes Adressenpaar aus den Adressen I, J, K definiert sowohl den Typ des zu messenden Ringes als auch die Ebene, in der der Ring liegt. Jeder G46-Satz muss ein Adressenpaar enthalten.

Ebene	Innenring		Außenring	
XY (G17)	I+1	J+1	I-1	J-1
XZ (G18)	I+1	K+1	I-1	K-1
Z (G19)	+1	K+1	J-1	K-1

OPTIMIEREN DES MESSTASTERRADIUS

Die Differenz zwischen dem im Maschinenkonstantenspeicher abgelegten Ringradius und dem gemessenen Radius wird zum Optimieren des Messtasterradius verwendet. Der neue Radiuswert wird im Werkzeugspeicher für das aktive Werkzeug (=Messtaster) abgelegt.

KALIBRIEREN DES MESSTASTERS

Eingangs wurde erwähnt, wann der Messtaster kalibriert werden muss. Kalibrieren ist ebenfalls erforderlich, wenn

- die Genauigkeit nachlässt,
- die Wiederholgenauigkeit bei der Messtasterausrichtung in der Spindel außerhalb des Toleranzbereiches liegt. In diesem Fall ist die Kalibrierung des Messtasters bei jedem Einsatz notwendig.

Beispiel

```
N46002
N1 G17
N2 T1 M6
N3 D207 M19
N4 G46 I1 J1 M26
N5 Z200
N6 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Messtaster einwechseln
N3 : Definierter Spindelstop
N4 : Messtaster kalibrieren indem er auf die Innenfläche einer in der XY-Ebene befindlichen Ringlehre gefahren wird. Der erfasste Messtasterradius wird in der für das aktive Werkzeug (T1) bestimmte Stelle im Werkzeugspeicher abgelegt. Die Vormessdistanz ist ein festvorgegebener Wert (MC844).

5.26 G49 Vergleich der Toleranzwerte

Bemerkung

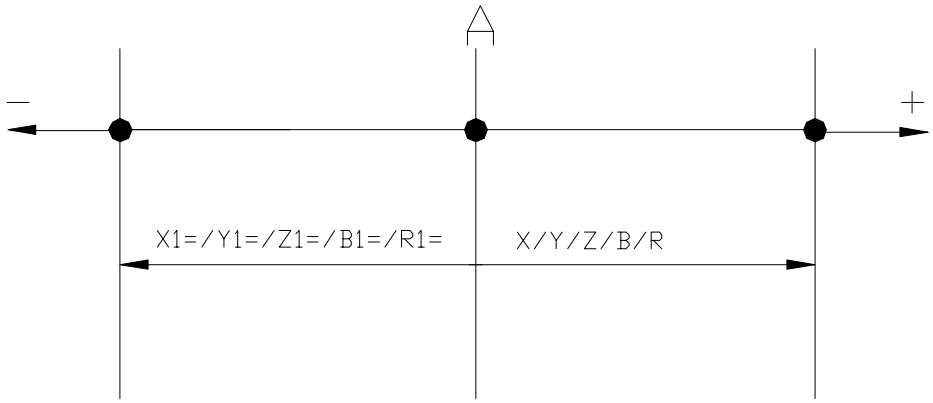
Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G49 Funktion ist, da der G45 einen internen Speicher benützt, nur zusammen mit G45 benutzbar. Grundmessbewegung G145 benutzt E-Parameter und kann die gleiche Funktionalität bekommen werden. Darum ist es besser die neue Grundmessbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Vergleich, ob die Differenz zwischen dem programmierten Wert und dem während des G45- oder G46-Betriebes ermittelten Messwert innerhalb festgelegter Maßtoleranzgrenzen liegt.
Liegt die Differenz innerhalb der Toleranzgrenzen, so wird die Programmabarbeitung fortgesetzt.
Liegt die Differenz außerhalb der Toleranzgrenzen, so ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- ein Programmteil kann wiederholt werden bis die Differenz im Toleranzbereich liegt, oder
- es kann ein bedingter Sprung im Programm ausgeführt werden, bzw.
- es wird eine Fehlermeldung angezeigt.



A = Programmierter Punkt

Der Messpunkt muss zwischen dem oberen Grenzmaß (X/Y/Z/B/R) und dem unteren Grenzmaß (X1=/Y1=/Z1=/B1=/R1=) des Toleranzbereichs liegen.

Format

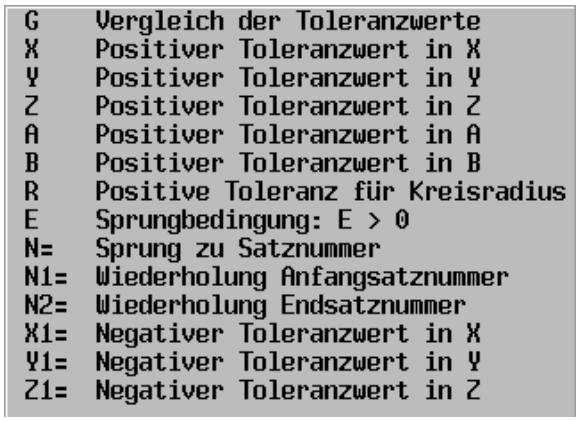
Programmteilwiederholung:
N... G49 {X...,X1=...} {Y...,Y1=...} {Z...,Z1=...} {B..,B1=..} {C..,C1=..} {R..,R1=..} N1=... {N2=...} {E...}

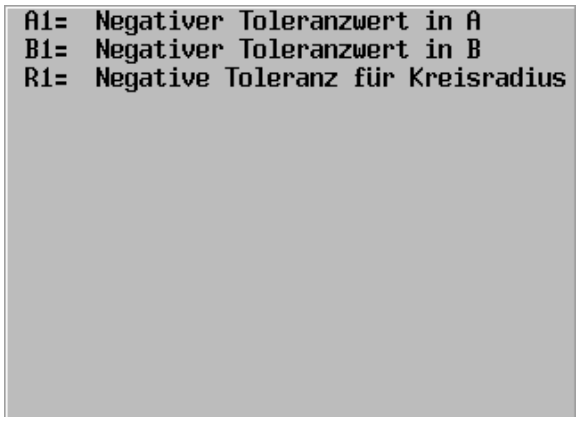
Die Ebene für den Rundtisch wird bestimmt durch die Definition der 4. Achse in der Maschinenkonstanten Liste. (MC117 muss 4 sein und MC118 muss B(66) oder C(67) sein). B,B1 bezieht sich auf die 4. Achse B oder C. R gilt für die Ebene der Rundtisch. Die Drehachse A ist nicht erlaubt.

Bedingter Sprung:
N... G49 {X...,X1=...} {Y...,Y1=...} {Z...,Z1=...} {B...,B1=...} {C...,C1=...}{R...,R1=...} N=... E...

Anzeige einer Fehlermeldung:
N... G49 {X...,X1=...} {Y...,Y1=...} {Z...,Z1=...} {B...,B1=...} {C...,C1=...} {R...,R1=...}

Parameter





Toleranzwerte

X	Positiver Toleranzwert in X
X1=	Negativer Toleranzwert in X
Y	Positiver Toleranzwert in Y
Y1=	Negativer Toleranzwert in Y
Z	Positiver Toleranzwert in Z
Z1=	Negativer Toleranzwert in Z
B	Positiver Toleranzwert in B
B1=	Negativer Toleranzwert in B
R	Positive Toleranz für Kreisradius
R1=	Negative Toleranz für Kreisradius

Bedingter Sprung

E	Sprungbedingung: E > 0
N=	Sprung zu Satznummer

Wiederholung eines Programmteils

N1=	Wiederholung Anfangsatznummer
N2=	Wiederholung Endsatznummer

Modale Wörter
E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G50

Hinweis

Die Differenz zwischen der gemessenen und der programmierten Koordinate wird berechnet und intern gespeichert, zur Verwendung im Betrieb mit G49 oder G50.

Hinweise und Verwendung

FORTSETZUNG WENN DIE MAßTOLERANZ EINGEHALTEN WURDE

Liegt die Differenz zwischen Messwert und programmiertem Wert innerhalb der festgelegten Toleranzgrenzen, so wird die Programmabarbeitung mit dem auf G49 folgenden Satz fortgesetzt.

PROGRAMMTEILWIEDERHOLUNG (E, N1=, N2=)

Die Wörter E, N1= und N2= dienen zum Wiederholen eines Programmteils, falls ein bestimmtes Grenzmaß überschritten wurde.

Das E-Wort gibt die Anzahl der Wiederholungen an (E>0).
Wenn kein E-Wort programmiert ist, so wird die Satzfolge nur einmal wiederholt.

SATZNUMMERN DER ZU WIEDERHOLENDEN SATZFOLGE (N1= , N2=)

Diese Satznummern müssen im gleichen Teileprogramm oder Unterprogramm enthalten sein.

Wenn N2= nicht programmiert ist, so wird nur der mit N1= angegebene Satz dem E-Wort entsprechend wiederholt.

ABLAUF DER ZU WIEDERHOLENDEN PROGRAMMSÄTZE

Die Reihenfolge, in der die Sätze des zu wiederholenden Programmteils abgearbeitet werden, muss der ursprünglich programmierten Reihenfolge entsprechen, d.h. Satz N1=.. wird vor Satz N2=.. abgearbeitet.

FORTSETZUNG NACH DER WIEDERHOLUNG

Nach der Wiederholung wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach G49 fortgesetzt.

BEDINGTER SPRUNG (N=, E)

Die Wörter N= und E dienen zur Angabe eines bedingten Sprunges, falls ein bestimmtes Grenzmaß überschritten wird.

Zur Ausführung eines bedingten Sprunges muss der in den E-Parameter eingetragenen Zahlenwert größer sein als Null.

Mit dem Wort N= wird die Satznummer im gleichen Programm oder Unterprogramm angegeben, zu der gesprungen wird falls E>0.

FORTSETZUNG WENN KEIN SPRUNG AUSGEFÜHRT WIRD

Wird kein Sprung ausgeführt weil die Grenzmaße nicht überschritten wurden oder weil E<0, so wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach G49 fortgesetzt.

FEHLERMELDUNG

Die CNC löst eine Fehlermeldung aus, wenn der Messwert ein bestimmtes Grenzmaß überschritten hat und weder eine Programmteilwiederholung noch ein bedingter Sprung programmiert wurde.

FORTSETZUNG NACH EINER FEHLERMELDUNG

Nach Rückstellen der Fehlermeldung wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach G49 fortgesetzt.

TOLERANZVERGLEICH

Soll geprüft werden, ob die Werkstückmaße innerhalb der gesetzten Toleranzgrenzen liegen, so werden dazu zwei G49-Sätze benötigt. Die Vorgehensweise ist folgende:

1. Prüfen, ob das obere Grenzmaß überschritten wurde. Falls ja, ist das Werkstück zu groß und muss ein Sprung aus dem für den Messvorgang vorgesehenen Programmteil heraus vorgenommen werden.
2. Prüfen, ob das untere Grenzmaß überschritten wurde. Falls ja, ist das Werkstück zu klein und muss ein neues Werkstück gefertigt werden, d.h. der betreffende Programmteil muss mit einem korrigierten Werkzeugradius wiederholt werden.

Beispiele

BEISPIEL 1 : Wiederholung eines Programmteils

N97 G49 X0.005 X1=0.002 N1=80 N2=95 E2

Erläuterung:

Ist die Messposition um mehr als 0,005 mm größer bzw. um mehr als 0,002 mm kleiner als die programmierte Position, so wird der Programmteil von Satz N80 bis Satz N95 zweimal wiederholt.
Nach der Programmteilwiederholung wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach N97 fortgesetzt.

Alternativ:
E2 ist das Nennmaß
E3 ist Messposition von G145.
N97 G29 E0 E0=E3<(E2-0.002) N=100
N98 G29 E0 E0=E3>(E2+0.005) N=100
N99 G14 N1=80 N2=95 J2
N100 ...

Erläuterung:

N97 : Sprung nach N100 wenn Messposition kleiner ist als 0.002 mm.
N98 : Sprung nach N100 wenn Messposition größer ist als 0.005 mm.
N99 : Programm Wiederholung zweimal.

BEISPIEL 2 : Bedingter Sprung

N197 G49 X0.005 X1=0.002 E10 N=80

Erläuterung:

Ist die Messposition um mehr als 0,005 mm größer bzw. um mehr als 0,002 mm kleiner als die programmierte Position, und ist der in Parameter E10 eingetragene Wert größer als 0, so erfolgt ein Sprung zur Satznummer N80, wonach die Programmabarbeitung ab diesem Satz fortgesetzt wird.

Alternativ:
E2 ist erwünschte Position.

E3 ist Messposition von Einer G145.
N96 G29 E10 N=99
N97 G29 E0 E0=E3<(E2-0.002) N=80
N98 G29 E0 E0=E3>(E2+0.005) N=80
N99 ...

BEISPIEL 3: Bedingter Sprung und Programmteilwiederholung

N10 G49 R.02 R1=2 E1 N=13 E1=1
N11 G49 R2 R1=.02 N1=1 N2=6

Erläuterung:

N10 Ist die Messposition um mehr als 0,02 mm größer als die programmierte Position, so erfolgt ein Sprung zur Satznummer N13. R1= wird "hoch" gesetzt, um zu verhindern, dass das Grenzmaß überschritten wird.
N11 Ist die Messposition um mehr als 0,02 mm kleiner als die programmierte Position, so wird der Programmteil von Satz N1 bis Satz N6 wiederholt. R wird "hoch" gesetzt, um zu verhindern, dass das Grenzmaß überschritten wird.

Alternativ:
E2 ist das Nennmaß des Kreisradien.
E3 ist Messposition Kreisradius.
N10 G29 E0 E0=E3>(E2+0.02) N=80
N98 G29 E0 E0=E3>(E2-0.02) N=95
N99 G14 N1=1 N2=16

5.27 G50 Verrechnung der Messwerte

Bemerkung

Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G50 Funktion ist, da G45 einen internen Speicher benützt, nur zusammen mit G45 benutzbar. Grundmessbewegung G145 benutzt E-Parameter und kann die gleiche Funktionalität bekommen. Darum ist es besser die neue Grundmessbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Ändern der Nullpunktverschiebungen oder Werkzeugmaße, in Abhängigkeit der aus den erfassten Differenzwerten hergeleiteten Korrekturwerte.

Format

Ändern der Nullpunktverschiebungen:
Mit Standard Nullpunkten oder MC84=0:
N... G50 {X1} {I...} {Y1} {J...} {Z1} {K...} [{B1}{C1}{C2}] [{B1=..}{C1=..}] {L**...} N=...**

Mit erweiterten Nullpunkten mit MC84>0:
N... G50 {X1} {I...} {Y1} {J...} {Z1} {K...} [{B1}{C1}{C2}] {{B1=..}{C1=..}] {L**...} N=54.[Nr.]**
In G54.[Nr.] muss [Nr.] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Die Ebene für den Rundtisch wird bestimmt durch die Definition der 4. Achse in der Maschinenkonstanten Liste. (MC117 oder MC120 muss 4 sein und die bei gehörige Achsenamen müssen B(66) oder C(67) sein). B1 oder C1 bezieht sich auf die 4. Achse B oder C. Die Drehachse A ist nicht erlaubt.

Ändern der Werkzeuglänge:
N... G50 T... L1=1 {I...} {J...} {K...} {T2=...}

Ändern des Werkzeugradius:
N... G50 T... R1=1 {X1=...} {T2=...}

Parameter

G	Verrechnung der Meßwerte
X	X1: Nullpunktverschiebung in X
Y	Y1: Nullpunktverschiebung in Y
Z	Z1: Nullpunktverschiebung in Z
A	A1: Nullpunktverschiebung in A
B	B1: Nullpunktverschiebung in B
I	Korrekturfaktor für X
J	Korrekturfaktor für Y
K	Korrekturfaktor für Z
L	Korrekturfaktor für Rund-Achse
T	Verrechnung in Werkzeugnummer
N=	Meßwert NPV G52-G59 verrechnen
X1=	Korrekturfaktor für WZ-Radius
A1=	Prog.Winkel in A nach Verrechnung

B1=	Prog.Winkel in B nach Verrechnung
L1=	L1=1: Korrektur der WZ-Länge
R1=	R1=1: Korrektur vom WZ-Radius

Nullpunktverschiebungen

N=	Messwert NPV G52-G59 verrechnen
X	X1: Nullpunktverschiebung in X
Y	Y1: Nullpunktverschiebung in Y
Z	Z1: Nullpunktverschiebung in Z
B	B1: Nullpunktverschiebung in B
C	C1: Nullpunktverschiebung in C
I	Korrekturfaktor für X
J	Korrekturfaktor für Y
K	Korrekturfaktor für Z
L	Korrekturfaktor für Rundachse
B1=	Prog.Winkel in B nach Verrechnung
C1=	Prog.Winkel in C nach Verrechnung

Werkzeugmaße

T	Verrechnung in Werkzeugnummer
X1=	Korrekturfaktor für Werkzeugradius
L1=	L1=1: Korrektur der WZ-Länge
R1=	R1=1: Korrektur vom WZ-Radius

Modale Wörter

E...=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G49

Hinweise und Verwendung

KORRIGIEREN DER VERSCHIEBUNGSWERTE (N=)

Die Funktion G50 erlaubt den Eintrag in den Nullpunktverschiebungsspeicher neuer, aus den erfassten Korrekturwerten hergeleiteten Verschiebungswerte.

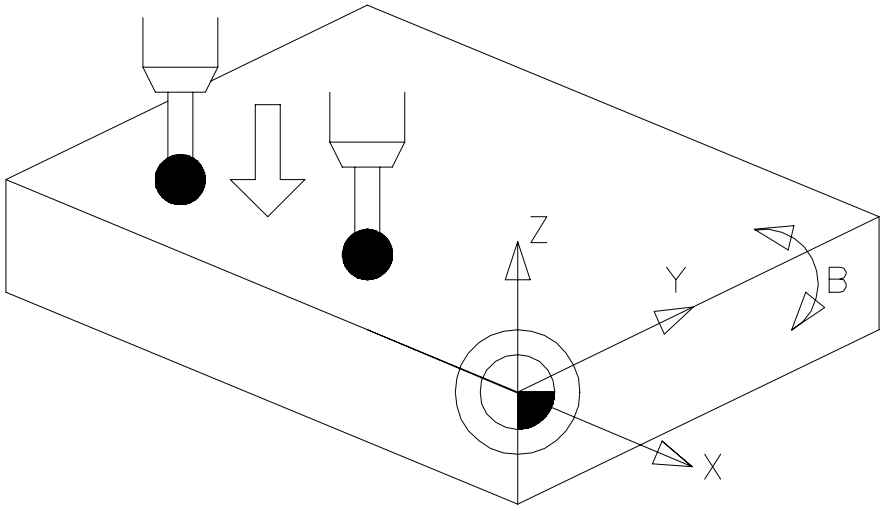
MULTIPLIKATIONSFAKTOR FÜR DIE ACHSEN (I,J,K,L)

Auf die gemessene Differenz kann ein Multiplikationsfaktor angewendet werden. K.8, zum Beispiel, bedeutet, dass die Differenz in der Z-Achse mit 0,8 zu multiplizieren ist. Der Multiplikationsfaktor kann einen positiven oder negativen Wert darstellen.
Wenn kein Multiplikationsfaktor angegeben ist, so wird an seiner Stelle automatisch den festvorgegebenen Wert +1 verwendet.

MASCHINENKONFIGURATIONEN (B1,C1,C2)

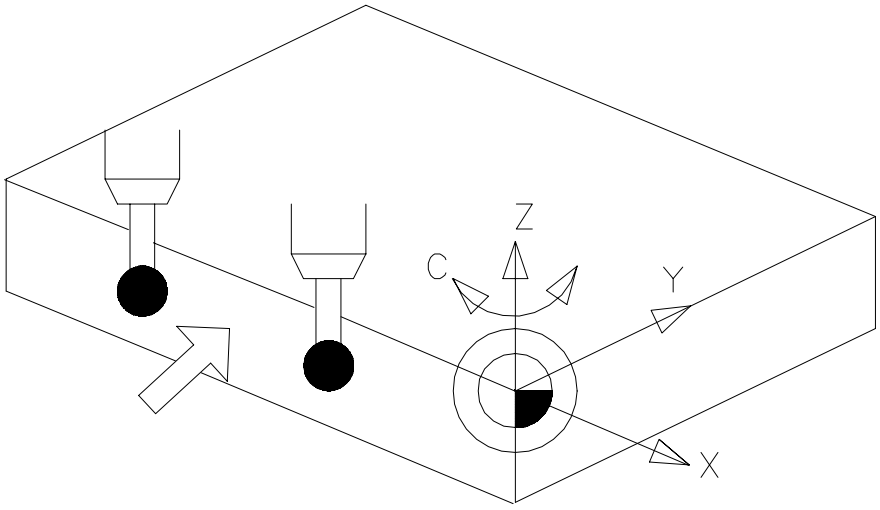
B-Achse B1: Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einen um die Y-Achse drehenden Rundtisch (B-Achse) genügt die Messung von zwei Punkten auf der X-Achse:

- der Rotationswinkel ist bezogen auf die X-Achse.
- das Werkstück dreht sich um die Y-Achse.
- die Werkzeugachse mit dem Messtaster ist die Z-Achse oder Y-Achse.



C-Achse C1: Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch (C-Achse) genügt die Messung von zwei Punkten auf der X-Achse:

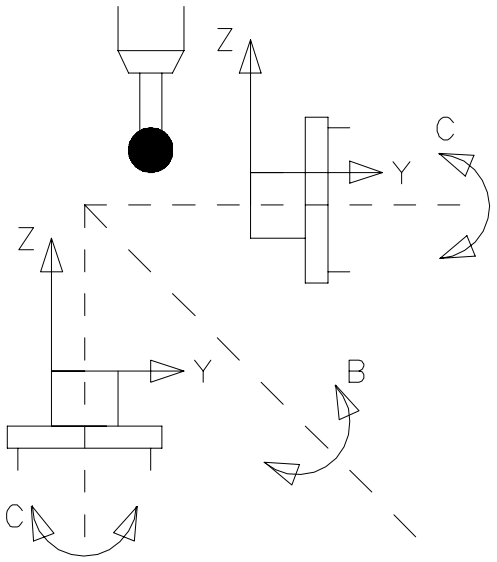
- der Rotationswinkel ist bezogen auf die X-Achse.
- das Werkstück dreht sich um die Z-Achse.
- die Werkzeugachse mit dem Messtaster ist die Z-Achse.

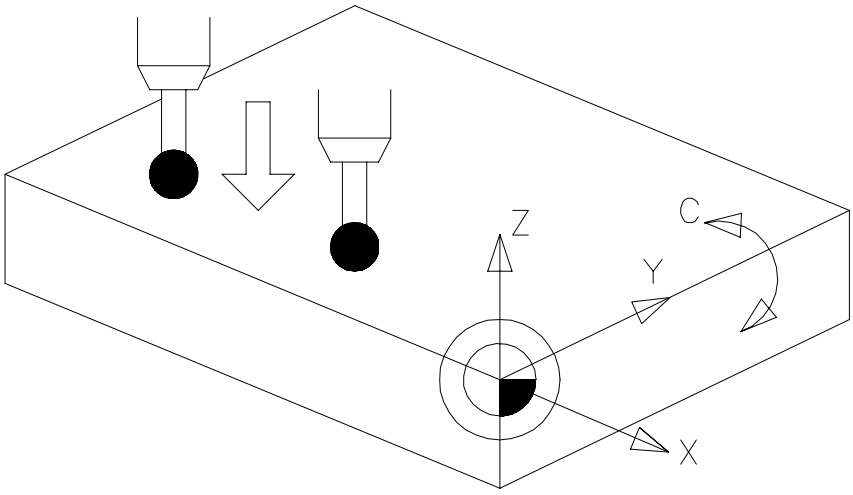


C-Achse C2: Dies ist eine erweiterte Möglichkeit von C1:

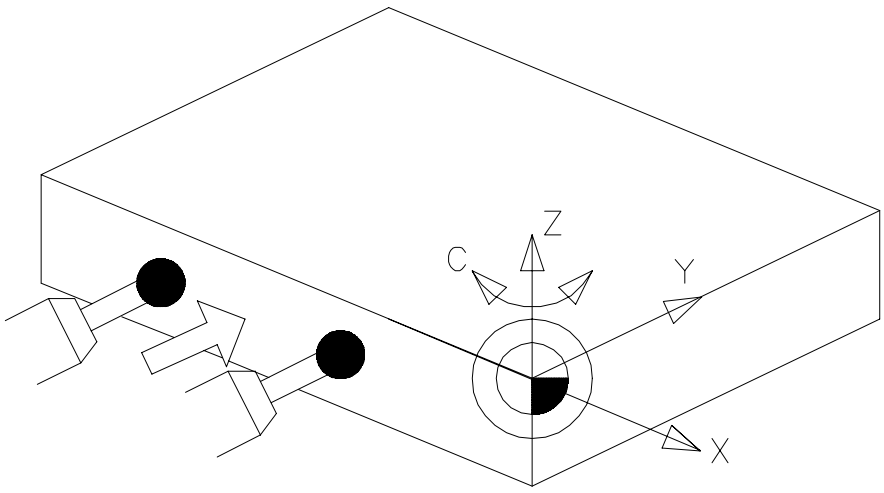
1 Die C-Achse ist 90 Grad gedreht und rotiert um die Y-Achse, anstatt um die Z-Achse. Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einen um die Y-Achse drehenden Rundtisch (C-Achse) genügt die Messung von zwei Punkten auf der X-Achse:

- der Rotationswinkel ist bezogen auf die X-Achse.
- das Werkstück dreht sich um die X-Achse.
- die Werkzeugachse mit dem Messtaster ist in die Z-Achse.





2 Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch (C-Achse) genügt die Messung von zwei Punkten auf der X-Achse:
- der Rotationswinkel ist bezogen auf die X-Achse.
- das Werkstück dreht sich um die X-Achse.
- die Werkzeugachse mit dem Messtaster ist in die Y-Achse.

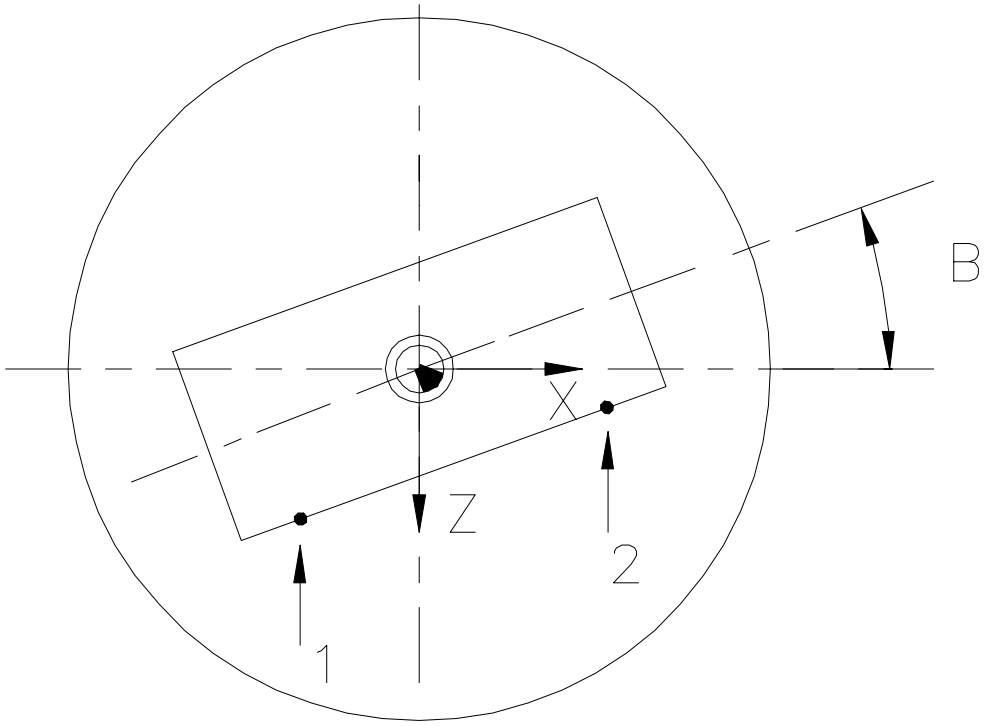


AUSRICHTEN EINES WERKSTÜCKS AUF EINEM RUNDTISCH (B1=,C1=)

Der Winkel der das Werkstück mit der X-Achse oder Y-Achse bildet, wird automatisch von der CNC berechnet und kann zum Drehen des Tisches herangezogen werden, um das Werkstück in eine Lage parallel zur X-Achse oder zu Y-Achse zu bringen.

Wenn das Werkstück am Anfang einen Winkel mit der X-Achse oder Y-Achse bildet, so kann dieser Winkel mit dem Wort B1= oder C1= mit programmiert werden.

Wenn B1= oder C1= nicht programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch B1=0 oder C1=0 verwendet.



KORRIGIEREN DER WERKZEUGMAßE (T)

Die Funktion G50 erlaubt den Eintrag in den Werkzeugspeicher neuer, aus der erfassten Korrekturwerten hergeleiteten Werkzeugmaße.

MULTIPLIKATIONSFAKTOR FÜR WERKZEUGMAßE (I,J,K,X1=)

Der Multiplikationsfaktor für den Werkzeugradius ist X1=.

Der Multiplikationsfaktor für die Längenkorrektur ist von der wirksamen, durch G17, G18 bzw. G19 definierten Hauptebene abhängig.

K...	für Differenz in Z	(G17-Ebene wirksam)
J...	für Differenz in Y	(G18-Ebene wirksam)
I...	für Differenz in X	(G19-Ebene wirksam)

Der Multiplikationsfaktor kann einen positiven oder negativen Wert darstellen.

Wenn kein Multiplikationsfaktor angegeben ist, so wird an seiner Stelle automatisch der festvorgegebene Wert +1 verwendet.

Beispiele

BEISPIEL 1. Korrigieren einer gespeicherten Nullpunktverschiebung

N... G50 X1 I0.8 N=54

Die X-Koordinate der G54-Verschiebung durch Multiplizieren des Korrekturwertes mit 0,8 ändern und den neuen X-Koordinatenwert von G54 in den Verschiebungsspeicher eintragen.

BEISPIEL 2. Korrigieren eines Werkzeugmaßes

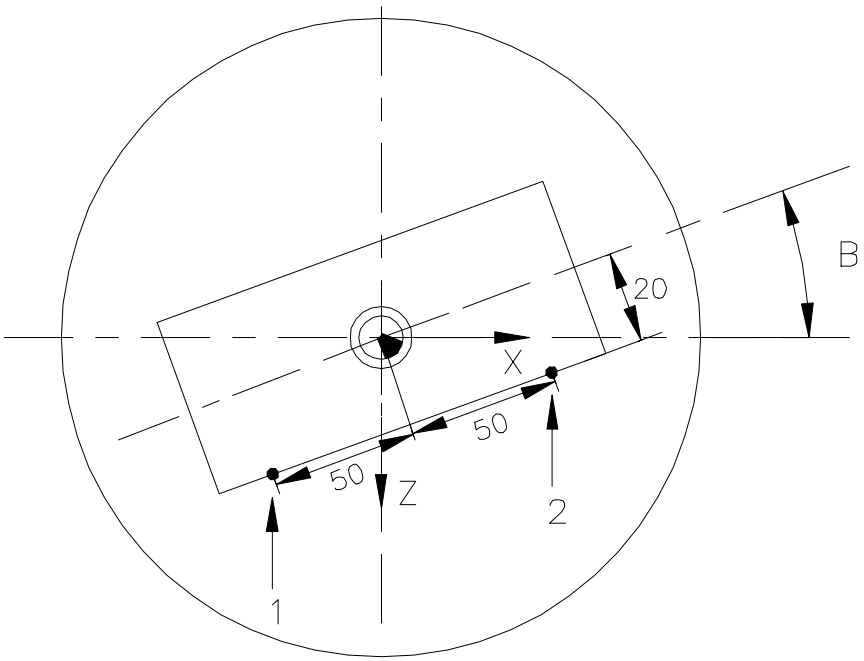
N... G50 T5 L1=1 K0.97 R1=1

Die Länge von Werkzeug 5 durch Multiplizieren der Differenz in Z (Werkzeug in Z-Achse) mit 0,97 korrigieren und das neue Maß in den Werkzeugspeicher eintragen.

BEISPIEL 3. Ausrichten eines auf einen Rundtisch gespannten Werkstücks

Ein auf einen Rundtisch gespanntes Werkstück soll parallel zur X-Achse ausgerichtet werden. Mit Hilfe eines Messtasters werden zwei Punkte auf dem Werkstück gemessen, wonach der Rundtisch entsprechend der errechneten Winkellage verstellt wird.

Die Steuerung weiß, wenn zweimal ein G45 und einmal ein G50 programmiert ist, dass das Ausrichten von einem Rundtisch gemeint ist.




```
N50003
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 M27
N5 G45 X-50 Y-20 Z0 C0 J1
N6 G45 X50 Y-20 Z0 J1
N7 G50 C1 N=54
N8 M28
N9 G54
```

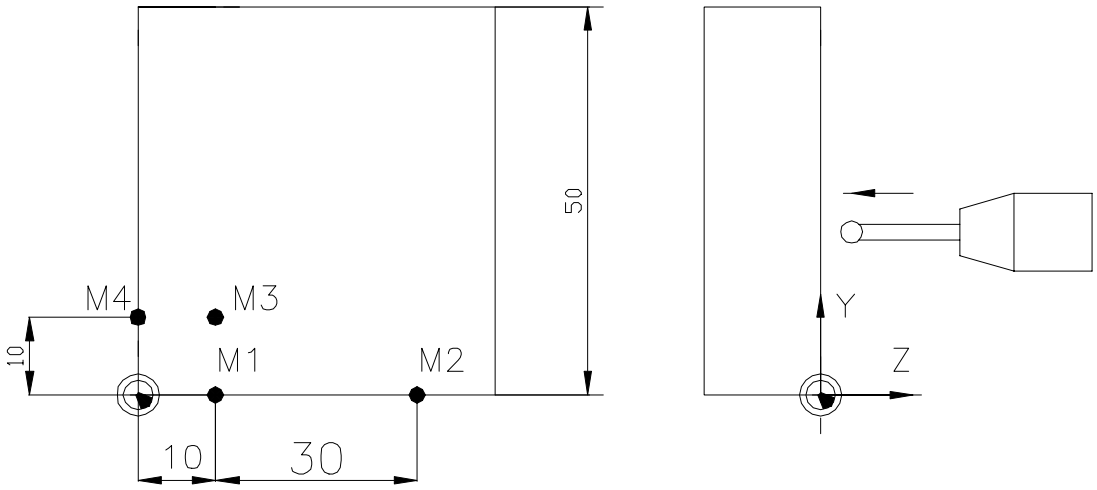
N10 G0 Z100 C0

Erläuterung:
N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Messtaster einwechseln
N4 : Messtaster aktivieren
N5 : Punkt 1 messen
N6 : Punkt 2 messen
N7 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N8 : Messtaster deaktivieren
N9 : Nullpunkt setzen
N10 : Werkzeug zurückziehen und Rundtisch auf C0 drehen

Bemerkung: N7 G50 C1 N=54 C1=30
Wenn im Satz N7 C1=30 zugefügt wird, dreht sich den Tisch 30 Grad extra in bezug auf die X-Achse.

BEISPIEL 4 : Ermitteln des Nullpunktes

Der Messtaster befindet sich in der Z-Achse. Das Werkstück ist auf einen um die Z-Achse drehenden



Rundtisch gespannt. Es werden fünf Punkte (M1 bis M4 und nochmals M1) auf dem Werkstück gemessen: M1 und M2 dienen der Winkelbewegung, M3, M4 und M1 der Vermessung der Achspositionen.

Der Programmteil zur Ermittlung des Nullpunktes könnte so aussehen:

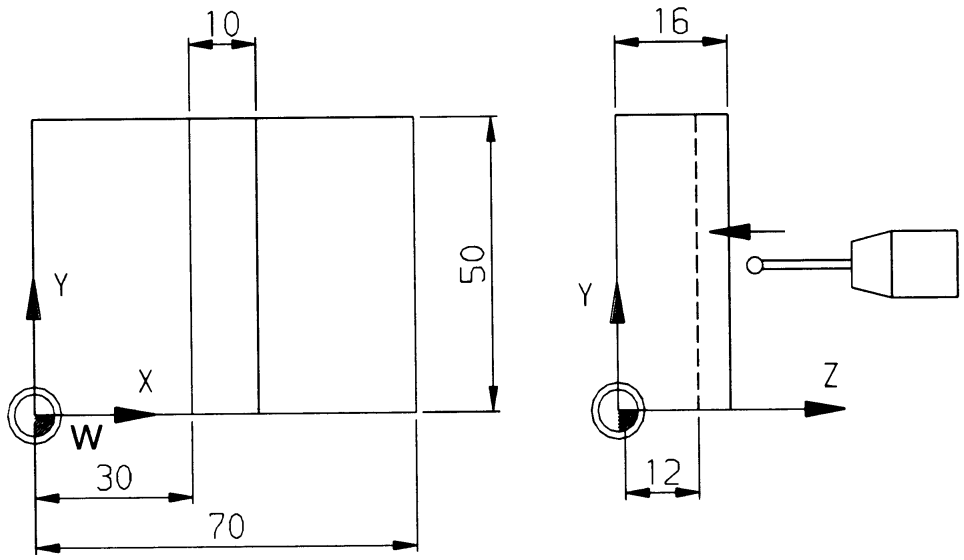
```
N50004
N1 G54
N2 G17
N3 G0 X10 Y-10 Z10 T1 M6
N4 M27
N5 G45 X10 Y0 Z-5 C0 J1
```

```
N6 G0 Z10
N7 G45 X40 Y0 Z-5 J1
N8 G0 Z10
N9 G50 C0 N=54
N10 G54
N11 G0 C0
N12 G45 X10 Y10 Z0 K-1
N13 G0 Z10
N14 G45 X0 Y10 Z-5 I1
N15 G0 Z10
N16 G45 X10 Y0 Z-5 J1
N17 G0 Z50
N18 G50 X1 Y1 Z1 N=54
N19 G54
N20 M28
:
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XZ-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Messtaster einwechseln und auf die programmierte Position fahren
N4 : Messtaster aktivieren
N5 : Punkt M1 messen
N6 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N7 : Punkt M2 messen
N8 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N9 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N10 : Nullpunkt setzen
N11 : Rundtisch auf C0 drehen
N12 : Punkt M3 messen, um die Position in der Werkzeugachse zu ermitteln
N13 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N14 : Punkt M4 messen, um die Position in der X-Achse zu ermitteln
N15 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N16 : Wieder Punkt M1 messen, um die Position in der Z-Achse zu ermitteln
N17 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N18 : Nullpunktverschiebungswerte in der X-, Y- und Z-Achse korrigieren
N19 : Korrigierten Nullpunkt setzen
N20 : Messtaster deaktivieren

BEISPIEL 5: Korrigieren der Werkzeuglänge



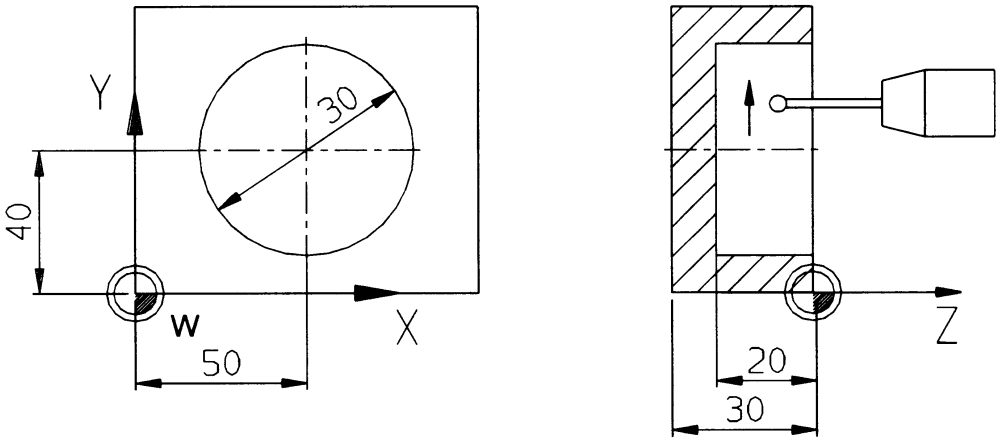
Eine Nute soll gefräst, die Nuttiefe gemessen und die Werkzeuglänge korrigiert werden.

```
N90005
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 X35 Y60 Z12 S1000 M3
N4 G1 Y-10 F200
N5 G0 Z200 M5
N6 T2 M6 (Messtaster)
N7 M27
N8 G45 X35 Y25 Z12 K-1
N9 G50 T1 L1=1
N10 M28
N11 Z200
N12 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Fräser (D=10 mm) einwechseln
N3 : Spindel einschalten und Fräser auf den Anfangspunkt der Nute fahren
N4 : Nute fräsen
N5 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N6 : Messtaster einwechseln
N7 : Messtaster aktivieren
N8 : Punkt in der negativen Richtung der Werkzeugachse messen
N9 : Die Länge von Werkzeug 1 wird in Abhängigkeit der errechneten Differenz in der Z-Achse korrigiert.
N10 : Messtaster deaktivieren
N11 : Messtaster zurückziehen
N12 : Programm-Ende.

BEISPIEL 6: Fräsen und Messen einer Bohrung



Eine Bohrung soll gefräst und mit dem Messtaster gemessen werden. Der Bohrungsradius wird auf Einhaltung der geforderten Maßtoleranz geprüft. Bei zu kleinem Radius wird die Bohrung nachbearbeitet, bei zu großem Radius wird das Werkstück zurückgewiesen und eine Fehlermeldung angezeigt.

Das betreffende Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N50006
N1 G54
N2 G17
N3 T1 M6 (Fräser R5)
N4 G89 Z-20 B2 R15 K6 F300 S1000 M3
N5 G79 X50 Y40 Z0
N6 G0 Z50 M5
N7 T2 M6 (Messtaster)
N8 M19
M9 M27
N10 G46 X50 Y40 Z-10 R15 I1 J1 F500 E5
N11 G0 Z50
N12 G49 R.02 R1=2 N=19 E5 (Bohrung > (15+0.02) Sprung nach N=19)
N13 G49 R2 R1=.02 N=15 E5 (Bohrung < (15-0.02) Sprung nach N=15)
N14 G29 E1 E1=1 N=21 (Sprung nach Programm-Ende)
N15 G50 T1 R1=1
N16 M28
N17 G14 N1=3 N2=6
N18 G29 E1 E1=1 N=21
N19 M0 (BOHRUNG Außerhalb DES TOLERANZBEREICHES)
N20 M30
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Fräser (D=10 mm) einwechseln
N4 : Festzyklus zum Fräsen der Bohrung definieren
N5 : Bohrung fräsen
N6 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N7 : Messtaster einwechseln
N8 : Messtaster auf Messposition Drehen

N9 : Messtaster aktivieren
N10 : Bohrung an vier Punkten messen
N11 : Messtaster zurückziehen um eine Kollision zu vermeiden
N12 : Prüfen, ob der Bohrungsradius nicht zu groß ist (größer dann 15+.02). Ist der Radius zu groß, Werkstück zurückweisen. Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N13 : Prüfen, ob der Bohrungsradius nicht zu klein ist (kleiner dann 15-.02). Ist der Radius zu klein, Radiuswert im Werkzeugspeicher korrigieren und Bohrung Nachbearbeiten
N14 : Loch ist innerhalb des Toleranzbereiches, Sprung nach Programm-Ende.
N15 : Werkzeugradius im Werkzeugspeicher korrigieren
N16 : Messtaster Deaktivieren
N17 : Sätze N3 bis N6 wiederholen, um die für die Bohrung geforderte Maßtoleranz gerecht zu werden
N18 : Sprung zum Programm-Ende
N19 : Programmausführung beenden und Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N20 : Programm-Ende

5.28 G51/G52 Löschen/Aktivieren Palettennullpunktverschiebung

Zweck

Festlegen des Werkstücknullpunktes mit gespeicherten Werten.

Format

Aktivieren und deaktivieren nach Anwendung von G51:
N... G52

Löschen:
N... G51

Parameter

keine

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G52 wird durch Softkey CNC rücksetzen oder durch Programmieren von G51 gelöscht.

Die Funktionen G51 und G52 bleiben nach Softkey Programm abbrechen, M30 oder nach Steuerung abschalten aktiv.

Ist bereits eine Nullpunktverschiebung G54-G59 oder G54.[Nr.] aktiv, so ist G52 von dieser Verschiebung aus wirksam. Ist G52 aktiv, sind G54.[Nr.] von dieser Verschiebung aus wirksam.

Die G52 wird benützt für Automatisierungszwecke, wie zum Beispiel Paletten Steuerung. Die Werte für G52 werden im diesen fall gesetzt durch ein IPLC Programm.

Wenn MC84 = 0 steht G52 im ZO.ZO (Nullpunkt) Speicher.
Wenn MC84 > 0 steht G52 im PO.PO (Paletten Offset) Speicher.

In beiden Speichern können die Nullpunkte editiert werden.

5.29 G53/G54---G59 Löschen/Aktivieren Standard Nullpunktverschiebung

Die Nullpunktverschiebungen kann auf zwei verschiedene Weise getan werden:

1) MC84=0 mit G53/G54—G59
2) MC84>0 mit G53 und G54.<Nr.>

Zu der bisherigen Nullpunktverschiebungstabelle G54..G59 steht eine andere Nullpunktverschiebungstabelle G54 I[Nr.] mit maximal 100 Nullpunktverschiebungen zur Verfügung. Die entsprechende Nullpunktverschiebung wird mit der Maschinenkonstante MC84 angewählt.

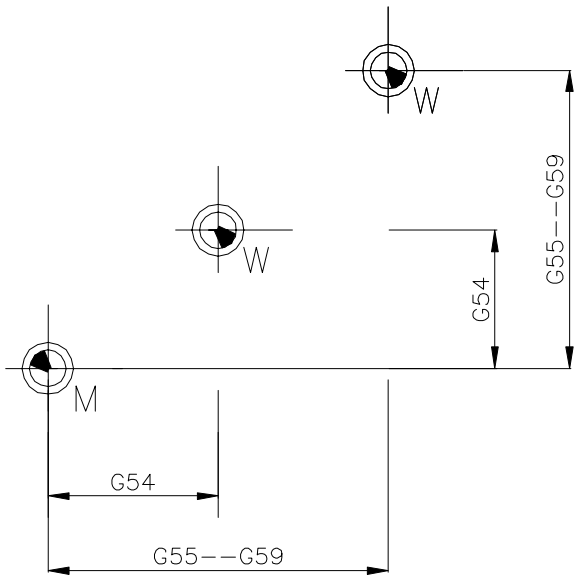
Die Funktionalität ist gleich dem bisherigen Nullpunktverschiebungsspeicher G54..G59, jedoch mit folgenden Erweiterungen bzw. Unterschieden.

- 100 mögliche Nullpunktverschiebungen im Nullpunktverschiebungsspeicher
- Kennung Nullpunktverschiebungsspeicher Ze.Ze (MC84 > 0)
- Programmierung (Verschiebungswerte) der Nullpunktverschiebung im NC-Programm
- Programmierung eines Drehwinkels (B4=) in der Nullpunktverschiebung
- Programmierung der Nullpunktverschiebung mit einem Index (G54 I[Nr.])
- Kommentareingabe im Nullpunktverschiebungsspeicher

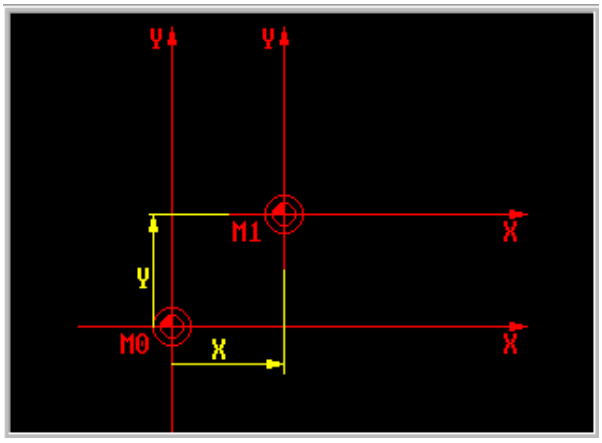
5.29.1 G53/G54---G59 Löschen/Aktivieren Standard Nullpunktverschiebung (MC84=0)

Zweck

Verschieben des Werkstücknullpunktes auf eine neue Position, deren Koordinatenwerte im Nullpunktspeicher (unter der betreffenden Nummer) gespeichert sind.



G53 Löscht die aktive Nullpunktverschiebung aus der Reihe G54...G59
G54 Aktiviert die G54-Nullpunktverschiebung
:
G59 Aktiviert die G59-Nullpunktverschiebung



Format

Aktivieren:
N... [G54/G55/G56/G57/G58/G59]

Löschen:
N... G53

Parameter

Keine

Modale Wörter
E...=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G51/G52, G92, G93

Hinweise und Verwendung

MASCHINENNULLPUNKTE

Wenn eine Werkzeugmaschine mehrere Aufspannstationen oder Drehtische hat, so ist die Angabe mehrerer Nullpunkte notwendig. Die Nullpunkte beziehen sich immer auf den geometrischen Maschinennullpunkt (MO). Die Entfernungen in den Achsen, gemessen vom Nullpunkt MO aus, geben die Lage dieser Nullpunkte an und werden in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt, gemeinsam mit der kennzeichnenden G-Funktion.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSSPEICHER

Sämtliche Werte der Nullpunktverschiebungen G54...G59 müssen vor der Programmausführung über das Bedienfeld oder von einem Datenträger aus in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt werden.

G52-NULLPUNKTVERSCHIEBUNG

G52 beeinflusst die Funktionen G53...G59 nicht. Ist G52 aktiv, sind G54..G59 von dieser Verschiebung aus wirksam.

ABSOLUTE/INKREMENTALE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN G92/G93

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird von einer der Funktionen G53...G59 gelöscht.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN, SPIEGELN UND ACHSENDREHUNG (G73, G92/G93)

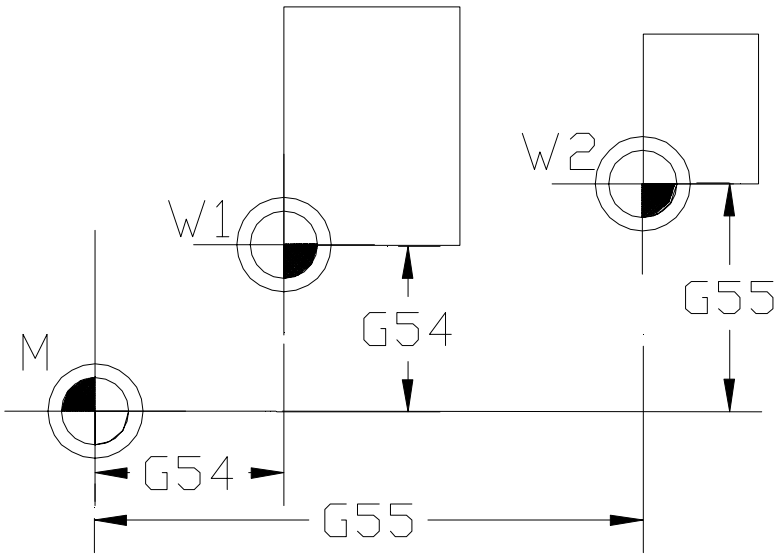
Der Einsatz einer der Funktionen G53...G59 in einem Programmabschnitt, der vergrößert/verkleinert, gespiegelt oder gedreht werden soll, ist gestattet. Die Nullpunktverschiebung erfolgt im Koordinatensystem der Werkzeugmaschine und wird nicht von der programmierten Koordinatenänderung beeinflusst.

LÖSCHEN

Mit Softkey CNC rücksetzen und durch Programmieren von G53 werden G54...G59 automatisch gelöscht.

Mit Softkey Programm abbrechen, M30 oder Steuerung abschalten werden die Funktionen G54...G59 nicht gelöscht.

Beispiel.



N60 G54
:
N600 G55
:
N700 G53

Erläuterung:

N60 : Auswahl des Nullpunktes W1. Seine Koordinaten (X40, Y100, Z300) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.

Alle programmierten Koordinaten werden von W1 aus gemessen.

N600 : Auswahl des Nullpunktes W2. Seine Koordinaten (X200, Y100, Z100) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.

Nullpunkt W1 wird gelöscht und W2 wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von W2 aus gemessen.

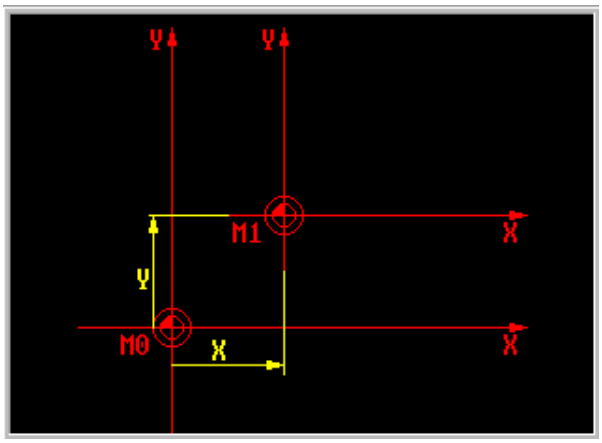
N700 : Ausschalten des Nullpunktes W2. Die Koordinaten (X0, Y0, Z0) werden aus dem G53 Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.

Nullpunkt W2 wird gelöscht und M wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von M aus gemessen.

5.29.2 G54 Erweiterte Nullpunktverschiebung (MC84>0)

Zweck

Verschieben des Werkstücknullpunktes auf eine neue Position. Die Koordinatenwerte können in den Nullpunktverschiebungsspeicher eingetragen werden oder im NC-Programmsatz programmiert werden.



Format

Nullpunktverschiebung definieren und aufrufen:
G54 I [Nr.] [Achskoordinaten] {B4=..}

Nullpunktverschiebung aufrufen:
G54 I[Nr]

Löschen:
N... G53

Parameter

G	NP-Verschiebung aktivieren
X	Nullpunktkoordinate
Y	Nullpunktkoordinate
Z	Nullpunktkoordinate
A	Nullpunktwinkel
B	Nullpunktwinkel
C	Nullpunktwinkel
I	Nullpunktindex
B4=	Absoluter Rotationswinkel

Eine Nullpunktverschiebung kann bis zu 6 Achskoordinaten enthalten.

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G50, G51, G52, G53, G54 ... G59, G92, G93, G149, G150

Hinweise und Verwendung

ANZAHL NULLPUNKTEN

Die Anzahl der möglichen Nullpunktverschiebungen in der Tabelle wird durch ein Maschinenkonstante (MC84) festgelegt. (0< MC84 <99).

ÄNDERN MASCHINENKONSTANTE MC84

Bei Vergrößern oder Verkleinern (MC84 > 0) wird die Nullpunktverschiebungstabelle angepasst. Die bestehenden Nullpunkte werden behalten. Erweiterte Nullpunkte werden initialisiert auf Null.

Achtung:
Wenn MC84 Null gemacht wird, wird die Tabelle geändert (Ze.Ze nach ZO.ZO). Die neue Nullpunkttabelle wird initialisiert auf Null.

EINTRAGEN IN NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSSPEICHER

Für die Eintragung der Verschiebungswerte in den Nullpunktspeicher gibt es 2 Möglichkeiten:

- Die Werte der Nullpunktverschiebungen G54 I[Nr.] werden vor der Programmausführung über das Bedienfeld oder von einem Datenträger aus in den Nullpunktverschiebungsspeicher eingegeben.
- Die Werte der Nullpunktverschiebung G54 I[Nr.] X.. Y.. Z.. A.. B.. C.. B4=.. werden in einem NC-Programmsatz programmiert. Bei der Bearbeitung des Programms werden diese programmierten Werte in den Nullpunktverschiebungsspeicher übernommen und aktiviert.

Achtung:
Wenn im Programmsatz keine neuen Nullpunktverschiebungswerte programmiert sind, dann werden den bereits im Speicher existierenden Nullpunktverschiebungswerte nicht überschrieben bzw. gelöscht. Die nicht programmierten Achskoordinaten werden aus dem Speicher genommen. Kollisionsgefahr!

KOMMENTAR

Zusätzlich kann jede Nullpunktverschiebung in der Tabelle einen Kommentar beinhalten.

ACHSENDREHUNG

Zusätzlich kann jede Nullpunktverschiebung in der Tabelle eine Achsendrehung beinhalten. Zuerst wird die Verschiebung ausgeführt und dann das Koordinatensystem um den Winkel B4= gedreht.

MASCHINENNULLPUNKTE

Wenn eine Werkzeugmaschine mehrere Aufspannstationen oder Drehtische hat, so ist die Angabe mehrerer Nullpunkte notwendig. Die Nullpunkte beziehen sich immer auf den geometrischen Maschinennullpunkt (MO). Die Entfernungen in den Achsen, gemessen vom Nullpunkt MO aus, geben die Lage dieser Nullpunkte an und werden in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt, gemeinsam mit der kennzeichnenden G-Funktion.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSSPEICHER

Sämtliche Werte der Nullpunktverschiebungen G54 I[Nr.] müssen vor der Programmausführung über das Bedienfeld oder von einem Datenträger aus in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt werden.

G52-NULLPUNKTVERSCHIEBUNG

G52 beeinflusst die Funktionen G54.[Nr.] nicht. Ist G52 aktiv, sind G54.[Nr.] von dieser Verschiebung aus wirksam.

ABSOLUTE/INKREMENTALE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN G92/G93)

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird von einer der Funktionen G54 I[Nr.] gelöscht.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN, SPIEGELN UND ACHSENDREHUNG (G73, G92/G93)

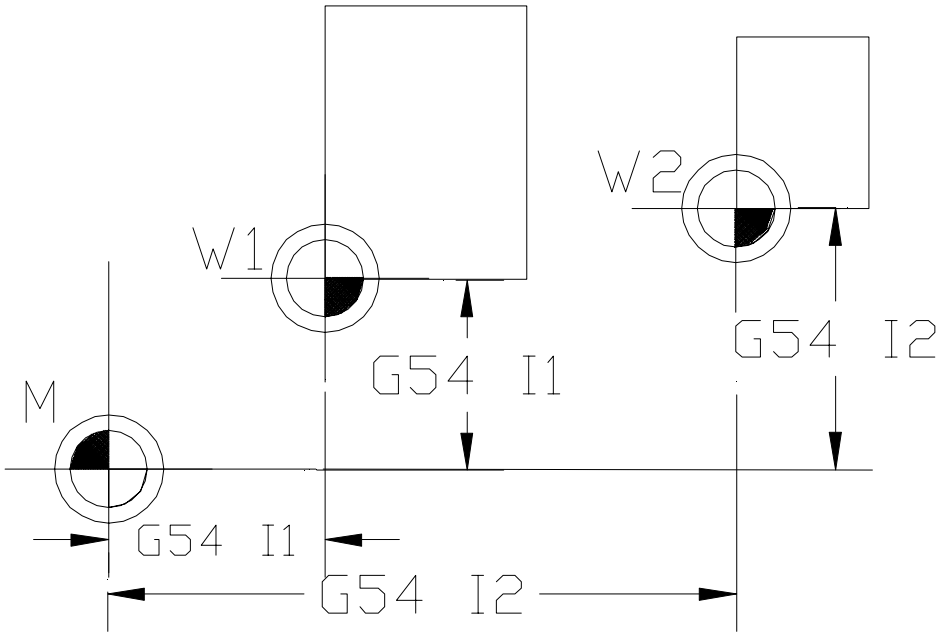
Der Einsatz einer der Funktionen G54 I[Nr.] in einem Programmabschnitt, der vergrößert/verkleinert, gespiegelt oder gedreht werden soll, ist gestattet. Die Nullpunktverschiebung erfolgt im Koordinatensystem der Werkzeugmaschine und wird nicht von der programmierten Koordinatenänderung beeinflusst.

LÖSCHEN

Mit Softkey CNC rücksetzen und durch Programmieren von G53 werden G54 I[Nr.] automatisch gelöscht.

Mit Softkey Programm abbrechen oder M30 werden die Funktionen G54...G59 nicht gelöscht.

Beispiel.



N60 G54 I1
:
N600 G54 I2
:
N700 G53

Erläuterung:

N60 : Auswahl des Nullpunktes W1. Seine Koordinaten (X40, Y100, Z300) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.
Alle programmierten Koordinaten werden von W1 aus gemessen.

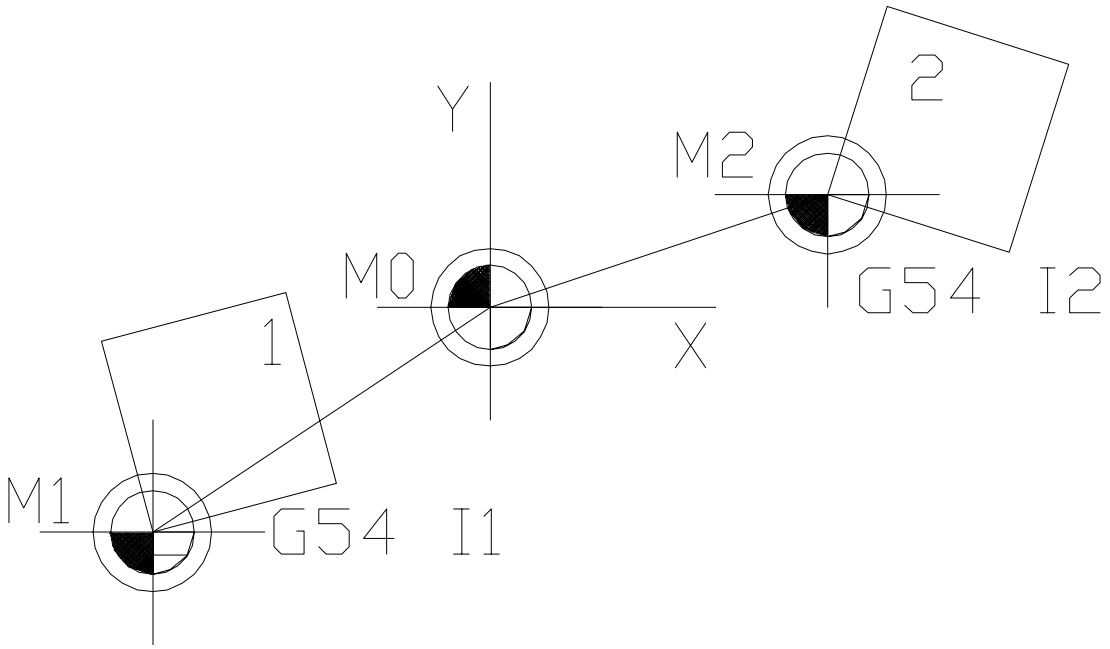
N600 : Auswahl des Nullpunktes W2. Seine Koordinaten (X200, Y100, Z100) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.
Nullpunkt W1 wird gelöscht und W2 wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von W2 aus gemessen.

N700 : Ausschalten des Nullpunktes W2. Die Koordinaten (X0, Y0, Z0) werden aus dem G53 Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.
Nullpunkt W2 wird gelöscht und M wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von M aus gemessen.

Beispiel

Achsendrehung

.



Eintrag in die Nullpunkttabelle und Aufruf:

N60 G54 I1 X-42 Y-15 B4=14 (Z0 C0)

Die Nullpunktverschiebungswerte werden in die Nullpunktverschiebungstabelle eingetragen.
Werkstück 1 bearbeiten, alle programmierten Koordinaten werden von M1 aus gemessen.

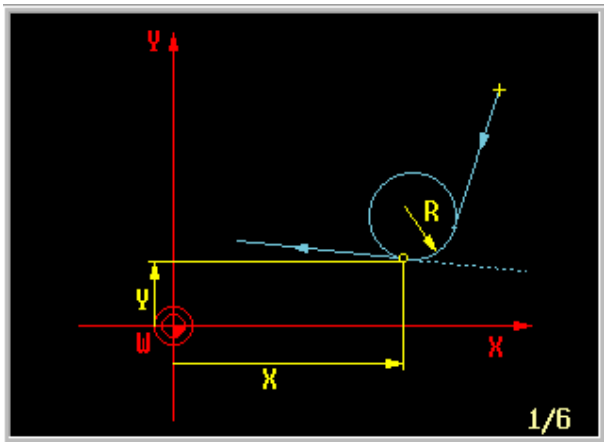
N120 G54 I2 X10 Y24 B4=-17

Werkstück 2 bearbeiten, alle programmierten Koordinaten werden von M2 aus gemessen.

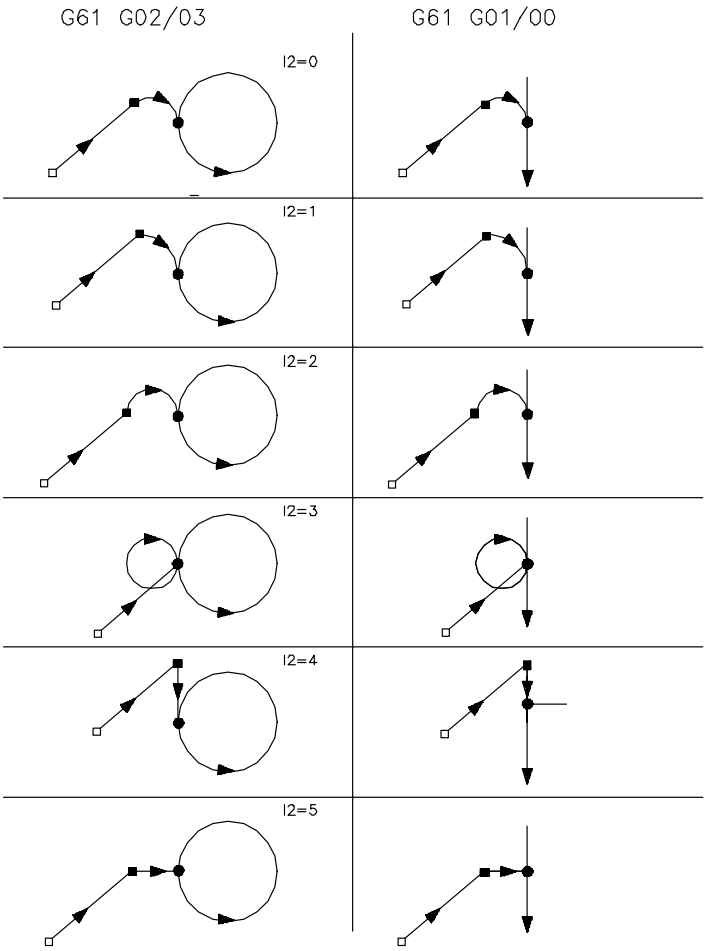
5.30 G61 Tangentiales Anfahren

Zweck

Programmieren einer tangentialen Anfahrbewegung zwischen einem Startpunkt und dem Startpunkt einer Kontur.



Format



TANGENTIALES WEGFAHREN VON DER KONTUR G62:

□ Aktuelle Position

■ Errechnete Startposition der Anfahrbewegung. Zustellachse kann programmiert werden (Z1- für G17).

● Startposition der Kontur (X, Y, Z).

N... G61 {I2=..} X... Y... Z... R... [{Z1= | Y1= | X1=}] {I1=} {F2=}
N... G61 {I2=..} B2=... L2=... Z... R... [{Z1= | Y1= | X1=} {I1=} {F2=}

Parameter

Z1=	Starthöhe berechnete Anfangspunkt in Z
I1=	Linearbewegung 0=Eilg.,1=Vorsch.
I2=	Anfahrmethode
	I2=0 mit Kreisbogen und tangierende Linie zum Endpunkt
	I2=1 mit Viertelkreis
	I2=2 mit Halbkreis
	I2=3 mit Helix
	I2=4 Konturparallel
	I2=5 Senkrecht

Modale Parameter
F, S, T, T1=, T2=, M, H, E..=
S1=, M1=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2, G3

Hinweise und Verwendung

STARTPUNKT DER ANFAHRBEWEGUNG

Die Steuerung berechnet selbst einen Startpunkt. Die erste Bewegung ist eine Positionierung zum errechneten Startpunkt. Von hier aus erfolgt dann die tangentiale oder senkrechte Anfahrbewegung.

HÖHE DES STARTPUNKT IN DER WERKZEUGACHSE

Der Höhe des Startpunktes von der Kontur in der Werkzeugachse wird bestimmt durch Z (in G17). Der Hohe des Startpunktes der Anfahrbewegung in der Werkzeugachse wird bestimmt durch Z1 (in G17). Durch eine Differenz zwischen
Z und Z1= kann eine schräge Anfahrbewegung gemacht werden.
(In G18 Y und Y1=)

BEWEGUNG ZUM STARTPUNKT IN EILGANG ODER VORSCHUB I1=0/1

Positionierung zum errechneten Startpunkt in Eilgang.
I1=0: Eilgang (Grundstellung)
I1=1: Vorschub

ANFAHRSEITE

Die Anfahrseite wird bestimmt durch die aktive Funktion G41/G42. Wenn G40 aktiv ist, wird angefahren, gleich wie G41.

RICHTUNG DER KREISBEWEGUNG

Die Richtung der Kreisbewegung wird vom Startpunkt der Kontur und vom Startpunkt der tangentialen Anfahrbewegung bestimmt. Die Richtung der tangentialen Kreisbewegung wird in Abhängigkeit der Richtung der Konturlinearbewegung errechnet. Es wird immer eine kontinuierliche Bewegung zwischen der tangentialen Kreisbewegung und der Konturbewegung ausgeführt.

RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur (G41/G42) soll unmittelbar vor dem G61-Satz aktiviert werden. Die Korrektur wird während der Linearbewegung von aktueller Position zum berechnete Position ausgeführt.
Ist die Radiuskorrektur bereits wirksam, werden sowohl die Linear- als auch die Kreisbewegung mit Radiuskorrektur ausgeführt.

SENKRECHTE ANFAHRBEWEGUNG

Bei der senkrechten Anfahrbewegung wird senkrecht zum Startpunkt der Kontur positioniert.

G1-FUNKTION

Falls nach dem G61-Satz keine G-Funktion programmiert worden ist, wird G1 nicht automatisch wirksam. Die letzte Bewegung der G61 Funktion kann G1, G2 oder G3 sein.

EINSCHRÄNKUNG AKTUELLE POSITION WENN I2=0

Wenn der Abstand zwischen der aktuellen Position und dem Anfahrkreis größer ist als der Fräsradius, dann besteht die Anfahrbewegung aus einer Linie und einem Kreisbogen.
Wenn der Abstand zwischen der aktuellen Position und dem Anfahrkreis kleiner ist als der Fräsradius, dann wird I2=0 geändert in I2=1, und der Anfahrbewegung wird ein Viertelkreis.

EINSCHRÄNKUNGEN

Beim Programmieren von G61 gelten folgende Einschränkungen:
- G61 ist im ICP- und G64-Betrieb nicht erlaubt
- G61 ist im MDI-Betrieb nicht erlaubt
- G61 ist im G182-Betrieb nicht erlaubt

Nach den der Anfahrbewegung (G61) unmittelbar folgenden Sätze gelten bestimmte Einschränkungen. Nur folgende Funktionen sind zugelassen:
- G64
- G0, G1, G2, G3 mit Bewegungen in der Bearbeitungsebene

Hinweis:

Ab V410 kann der Ablauf von der G61, gegenüber frühere Versionen, anders sein.

Hinweis:

Der Einfahrbewegung (Kreis oder Gerade) muss vom Programmierer so gewählt werden, dass es bei der Werkstückbearbeitung zu keiner Konturverletzung kommt.

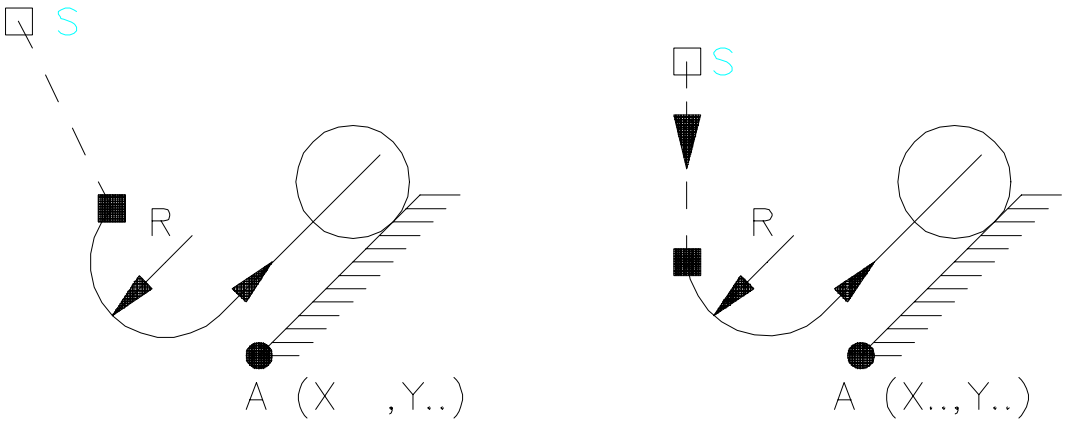
PROGRAMMIERUNTERSTÜTZUNG

Die Funktionen "tangentiales Anfahren" (G61) und "tangentiales Wegfahren" (G62) sind in den folgenden Eingabemodi verfügbar:

- FREIE EINGABE
- UNTERSTÜTZTE EINGABE

In UNTERSTÜTZTER EINGABE stehen dem Programmierer 6 statische Bilder als Eingabehilfe zur Verfügung. Die Unterstützungsbilder helfen zur Unterscheidung zwischen kartesischer, polarer und Punkteprogrammierung, sowie zwischen Radiuskorrektur links und rechts.

Beispiel:

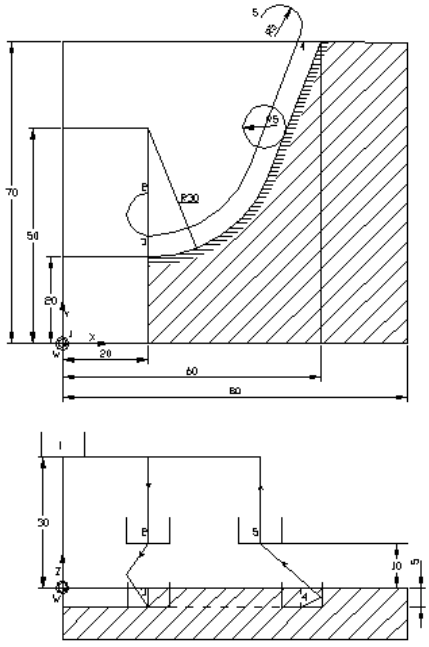



```
N33 G17
N34 G0 X.. Y.. (S)
N35 G41
N36 G61 I2=. I1=0 X.. Y.. R=5
N37 G64
```

Erläuterung:

N33: Arbeitsebene wird gesetzt. Die ganze Bewegung wird im eine Ebene ausgeführt.
N34: Anfangspunkt wird angefahren
N35: Radiuskorrektur muss an die linke Seite liegen
N36: Tangentiale Anfahrbewegung. Diese Bewegung wird in zwei Bewegungen getrennt. Erst eine Linie zum berechnete Position (mit Eilgang (I1=0) oder Vorschub (I1=1) und dann ein Kreisbogen.
N37: Start einer Kontur Beschreibung.

Beispiel:




```
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 F500 S1000 M3
N4 G0 X0 Y0 Z30
N5 G41
N6 G61 I2=2 X20 Y20 Z-5 Z1=10 R5 I1=0 F2=200
N7 G64
N8 G3 I20 J50 R1=0
N9 G1 X60 Y60
N10 G63
```

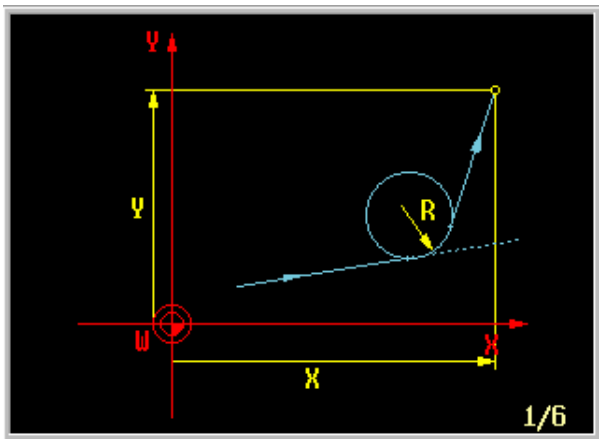
Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene.
N2 : Werkzeug Wechseln.
N3 : Vorschub, Drehzahl und Drehrichtung.
N4 : Anfangsposition anfahren. (Position 1: X0 Y0 Z30).
N5 : Radiuskorrektur links.
N6 : - Tangentiale Anfahrbewegung
- I2=2 Anfahrbewegung mit Halbkreis
- Der erste Teil der Anfahrbewegung ist eine Eilgangbewegung mit Positionierlogik zum Anfangspunkt des Halbkreises (Position 2: X.. Y.. Z10). Die Radiuskorrektur wird auf dieser Bewegung aktiviert.
- Der Kreisbogen wird als Helix ausgeführt.
Die Kontur fängt an Position X20 Y20 Z-5 an (Position 3: X20 Y25 Z-5).
N7 : Start einer Konturbeschreibung.
N8 : Kreisbewegung tangierend an eine Linie.
N9 : Tangierende Linearbewegung.
N10: Ende einer Konturbeschreibung.

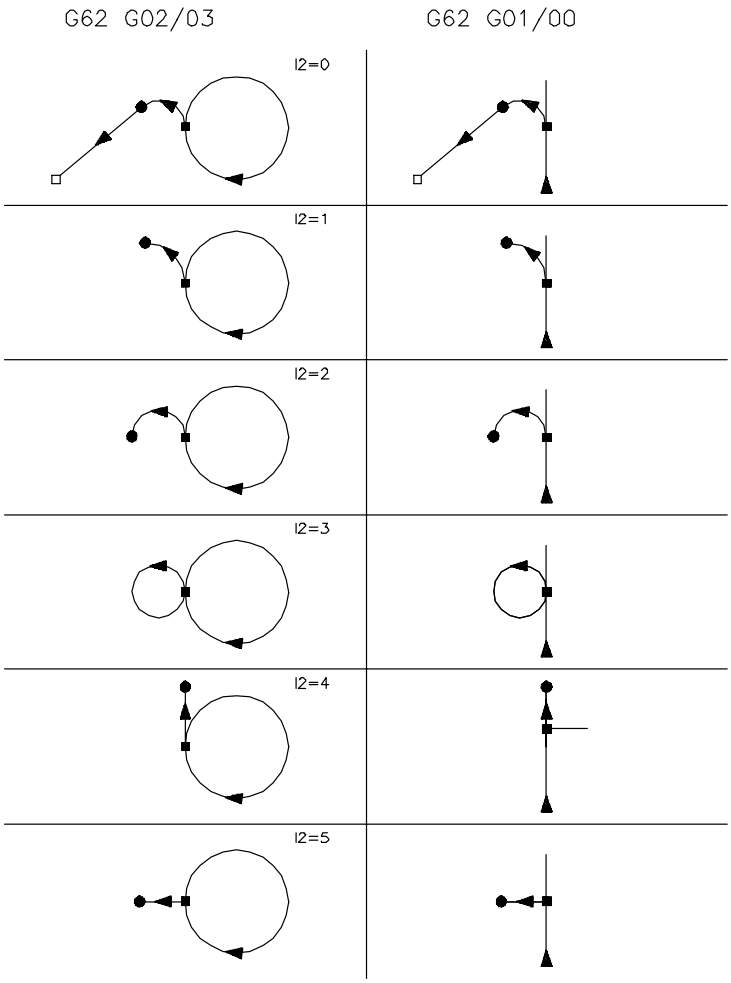
5.31 G62 Tangentiales Wegfahren

Zweck

Programmieren einer tangentialen Wegfahrbewegung.



Format



TANGENTIALES WEGFAHREN VON DER KONTUR G62:

■ Endposition der Kontur.

● Errechnete Endposition im Ebene. Zustellachse Z (G17). Z1 kann programmiert werden.
Wenn Z1 nicht programmiert ist, ändert sich die Höhe nicht.

□ Programmierte Endposition der Wegfahrbewegung (X, Y, Z) (nur I2=0).

N... G62 I2>0 Z1=... R... {I1=} {F2=}
N... G62 I2=0 X... Y... Z... Z1=... R... {I1=} {F2=}
N... G62 I2=0 B2=... L2=... Z... R... {I1=} {F2=}

Parameter

```
G    Tangentiales Wegfahren
X    Endpunkt tangentiales Wegfahren
Y    Endpunkt tangentiales Wegfahren
Z    Endpunkt tangentiales Wegfahren
P    Punktedefinitionsnummer
R    Radius
Z1=  Startpunkt in Z
B2=  Polarwinkel
?90= Endpunkt abs. (X,Y,Z..)
?91= Endpunkt inkr. (X,Y,Z..)
I1=  Linearbewegung 0=Eilg.,1=Vorsch.
I2=  ¼-,½-Kreis,Helix,Konturp.,senkr.
L2=  Polarlänge
```

Z1=	Starthöhe berechnete Anfangspunkt in Z
I1=	Linearbewegung 0=Eilg.,1=Vorsch.
I2=	Wegfahrmethode
	I2=0 mit Kreisbogen und tangierende Linie zum Endpunkt
	I2=1 mit Viertelkreis
	I2=2 mit Halbkreis
	I2=3 mit Helix
	I2=4 Konturparallel
	I2=5 Senkrecht

Modale Parameter
F, S, T, T1=, T2=, M, H, E..=
S1=, M1=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2, G3

Hinweis:

Für das Verstehen von die G62 lesen Sie erst die G61.

Hinweise und Verwendung

RADIUSKORREKTUR DEAKTIVIEREN

Die Radiuskorrektur wird in dem G62-Satz ausgeschaltet. Die Bewegung zum berechnete Position wird noch mit Radiuskorrektur ausgeführt.

Hinweis:

Ab V410 wird die Radiuskorrektur im G62 Deaktiviert.

Hinweis:

Ab V410 kann der Ablauf von der G62, gegenüber frühere Versionen, anders sein.

Einschränkungen

Beim Programmieren von G62 gelten folgende Einschränkungen:

- G62 ist im ICP- und G64-Betrieb nicht erlaubt
- G62 ist im MDI-Betrieb nicht erlaubt
- G62 ist im G182-Betrieb nicht erlaubt

Für die der Anfahrbewegung (G61) unmittelbar folgenden Sätze gelten bestimmte Einschränkungen. Nur folgende Funktionen sind zugelassen:

- G64
- G0, G1, G2, G3 mit Bewegungen in der Bearbeitungsebene

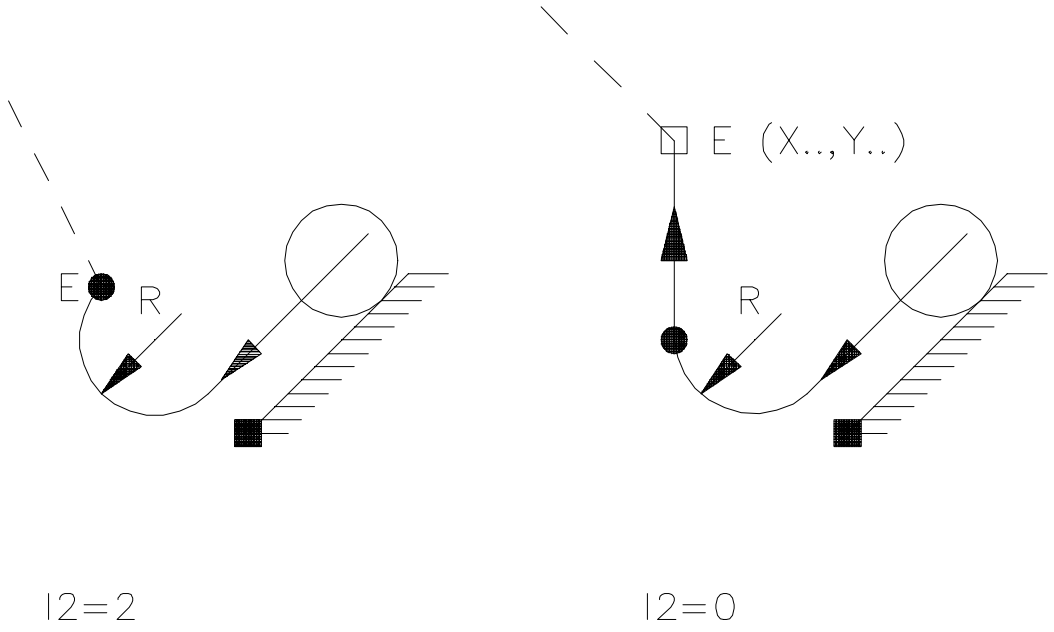
Programmierunterstützung

Die Funktionen "tangentiales Anfahren" (G61) und "tangentiales Wegfahren" (G62) sind in den folgenden Eingabemodi verfügbar:

- FREIE EINGABE
- UNTERSTÜTZTE EINGABE

In UNTERSTÜTZTER EINGABE stehen dem Programmierer 6 statische Bilder als Eingabehilfe zur Verfügung. Die Unterstützungsbilder helfen zur Unterscheidung zwischen kartesischer, polarer und Punkteprogrammierung, sowie zwischen Radiuskorrektur links und rechts.

Beispiel

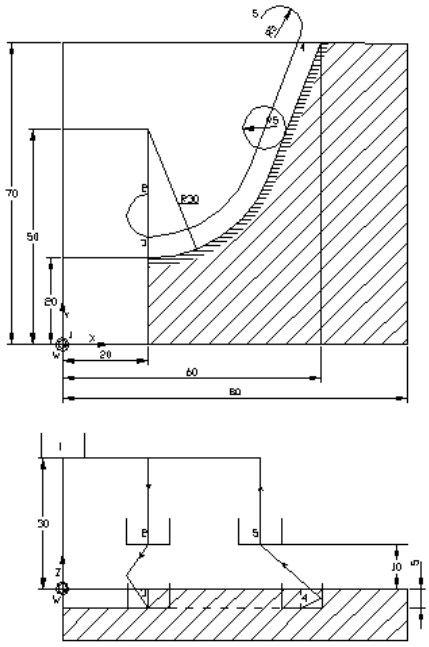


N51 X.. Y..
N52 G63
N53 G62 I2=2 R5 oder G62 I2=0 X.. Y.. R5

Erläuterung:
N51 : Letzte Konturbewegung.
N52 : Ende Konturbeschreibung.
N53 : (I2=2) Tangentiale Wegfahrbewegung. Diese Bewegung besteht aus einem Kreisbogen.
(I2=0) Tangentiale Wegfahrbewegung. Diese Bewegung wird in zwei Bewegungen getrennt. Erst ein Kreisbogen und dann eine Linie.
Die Radiuskorrektur wird ausgeschaltet.

Beispiel

N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 F500 S1000 M3
N4 G0 X0 Y0 Z30
N5 G41
N6 G61 I2=2 X20 Y20 Z-5 Z1=10 R5 I1=0 F2=200
N7 G64
N8 G3 I20 J50 R1=0
N9 G1 X60 Y60
N10 G63
N11 G62 I2=2 Z1=10 R5
N12 G0 X0 Y0 Z30
N13 M30



Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene.
N2 : Werkzeug Wechseln.
N3 : Vorschub, Drehzahl und Drehrichtung.
N4 : Anfangsposition anfahren. (Position 1: X0 Y0 Z30).
N5 : Radiuskorrektur links.
N6 : - Tangentiale Anfahrbewegung
-I2=2 Anfahrbewegung mit Halbkreis
- Der erste Teil der Anfahrbewegung ist eine Eilgangbewegung mit Positionierlogik zum Anfangspunkt des Halbkreises (Position 2: X.. Y.. Z10). Die Radiuskorrektur wird auf dieser Bewegung aktiviert.
- Der Kreisbogen wird als Helix ausgeführt.
Die Kontur fängt an Position X20 Y20 Z0 an (Position 3: X20 Y25 Z-5)
N7 : Start einer Konturbeschreibung.
N8 : Kreisbewegung tangierend an eine Linie.
N9 : Tangierende Linearbewegung mit Endpunkt (Position 4: X.. Y.. Z-5).
N10 : Ende einer Konturbeschreibung.
N11 : - Tangentiale Wegfahrbewegung
-I2=2 Wegfahrbewegung mit Halbkreis
- Der Halbkreis wird als Helix ausgeführt. Starthöhe Z-Achse ist -5, Endhöhe ist 10.
(Position 5: X.. Y.. Z10).
Radiuskorrektur wird deaktiviert
N12 : Mit Positionierlogik zurück zum Anfangspunkt (Position 1: X0 Y0 Z30).
N13 : Programm Ende.

5.32 G63/G64 Aufheben/Aktivieren der Geometrieberechnungen

Zweck

G63 : Aufheben der Geometrieberechnungen und Umschalten auf die Programmierung vollständiger Sätze
G64 : Aktivieren der Geometrieberechnungen

Grundlagen der Geometrieanwendung

Zwischen G64 und G63 kann eine Kontur beschrieben werden. Dadurch, dass geradlinige und kreisförmige Bewegungen sich auf einfache Weise programmieren lassen ist es möglich, die erforderlichen Berechnungen für z.B. einen Schnittpunkt oder einen Tangentenpunkt der Steuerung zu überlassen.
Immer, wenn eine Berechnung erforderlich ist, werden minimal zwei Datensätze benötigt. Jeder Satz wird mit dem Standard G-Funktionen für geradlinige Bewegungen (G0 und G1) und kreisförmige Bewegungen (G2 und G3) sowie mit Angaben zum Definieren der Geraden oder der Kreise programmiert. Die Sätze brauchen nicht alle vorher genannten Daten zu enthalten. Bestimmte Sonderwörter (Anzeiger) erlauben es der Steuerung, die fehlenden Daten zu errechnen.
Im ersten Satz wird festgelegt, an welcher Stelle sich der Startpunkt befindet und welche Art von Endpunkt benötigt wird.
Im zweiten Satz werden die Daten für die Berechnung der Endpunktkoordinaten im ersten Satz bereitgestellt, z.B. als ein Tangentenpunkt oder Schnittpunkt zweier Elemente. Dieser Endpunkt ist zugleich der Startpunkt der zweiten Sätze.

Zwischen diesen Bewegungen lassen sich folgende Elemente einfügen:

- eine Fase (zwischen geradlinigen Bewegungen),
- eine Rundung (am Schnittpunkt sich schneidender Elemente),
- ein Verbindungskreis (am Tangentenpunkt von Elementen oder zwischen Elementen die sich nicht schneiden/tangieren)

Es kann vorkommen, dass die im zweiten Satz vorhandenen Daten nicht ausreichen um den Endpunkt im ersten Satz zu errechnen. In diesem Fall versucht die Steuerung, den Endpunkt der zweiten und der ersten Sätze aus den nächsten Sätzen (maximal 5) zu errechnen.

Format

Aktivieren der Geometrieberechnungen
N.. G64

Aufheben der Geometrieberechnungen
N.. G63

Geradlinige (G0/G1) und kreisförmige Bewegungen (G2/G3)

In diesem Kapitel werden nur die normalerweise verwendeten Formate aufgezählt. Eine ausführliche Beschreibung der möglichen Formate für G0/G1 und G2/G3 sowie Beispiele für die Geometrieanwendung finden Sie in einem Anhang am Ende dieser Anleitung.
Für sämtliche Formate wird angenommen, dass die G64-Funktion bereits in einem vorherigen Satz programmiert worden und somit wirksam ist.
Auch wird angenommen, dass die XY-Ebene wirksam ist. Sollte eine andere Ebene wirksam sein, sind die Formate entsprechend den Angaben unter Hinweise und Verwendung -EBENENAUSWAHL zu ändern.

Mögliche Parameter zwischen G64 und G63 Sätzen.

Gerade

```
G    Linearinterpolation
X    Endpunktkoordinate
Y    Endpunktkoordinate
Z    Endpunktkoordinate
I    Fasenlänge
X1=  Endpunkt zweites Element
Y1=  Endpunkt zweites Element
B1=  Winkel
B2=  Polarwinkel
I1=  Parallelverschiebung
J1=  1=Schnittpunkt links, 2=rechts
L2=  Polarlänge
P1=  Punktedefinitionsnummer
R1=  R1=0 Tangente
```

Kreis

```
G    Kreis im Uhrzeigersinn
X    Endpunktkoordinate
Y    Endpunktkoordinate
Z    Endpunktkoordinate
I    Kreismittelpunkt in X /Steigung X
J    Kreismittelpunkt in Y /Steigung Y
K    Kreismittelpunkt in Z /Steigung Z
R    Kreisradius
B1=  Winkel
B2=  Polarwinkel
B3=  Polarwinkel für Kreismittelpunkt
B5=  Winkel vom Kreisbogen
J1=  1=Schnittpunkt links, 2=rechts
L2=  Polarlänge
```

```
L3=  Polarlänge für Kreismittelpunkt
P1=  Punktedefinitionsnummer
R1=  R1=0 Tangente
```

Modale Wörter

F, F1=, S, T, H, E und M ausgenommen M6, M66 und M67

Art der Funktion

modal

Hinweise

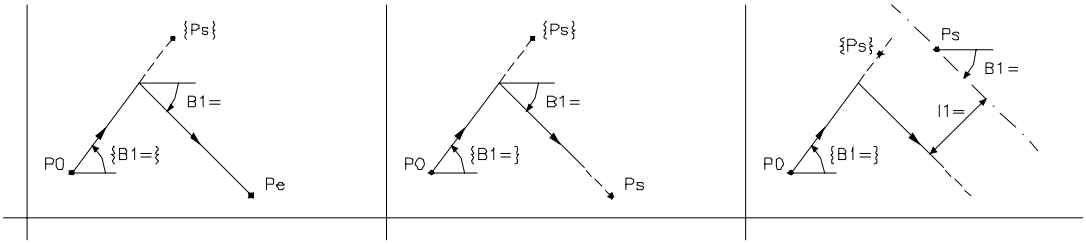
- Bei G64 kann die Funktion G4 nicht verwendet werden.

Erklärung der mögliche Formate:

Für die Bilder in denen die Formate erläutert werden gelten folgende Vereinbarungen:

P0 = ein vom vorherigem Satz bekannter Startpunkt
Ps = ein Hilfspunkt auf einer Geraden oder einer Parallellinie
Pe = ein programmierter Endpunkt
M = ein programmierter Kreismittelpunkt
R = ein programmierter Kreisradius

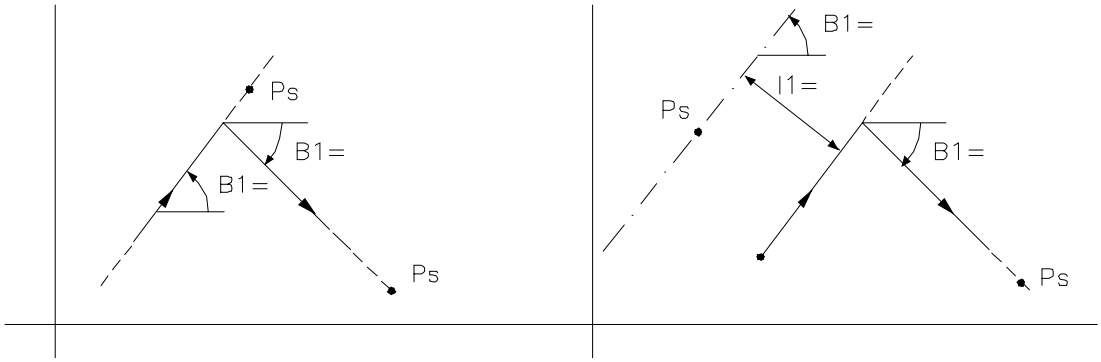
5.32.1 Schnittpunkt zweier Geraden



Schnittpunkt mit bekanntem Startpunkt (P0) für die erste Gerade

Mögliche Definitionen erste Gerade
N.. G1 {B1=..} (Startpunkt und Winkel)
N.. G1 X{Ps} Y{Ps} (Startpunkt und Hilfspunkt)

Mögliche Definitionen zweiten Gerade
N.. G1 B1=.. X{Pe} Y{Pe} (Winkel und Endpunkt)
N.. G1 B1=.. X{Ps} Y{Ps} (Winkel und Hilfspunkt)
N.. G1 X{Ps} Y{Ps} B1= I1= (Hilfspunkt, Winkel und Parallelabstand)



Schnittpunkt mit unbekanntem Startpunkt für die erste Gerade

Mögliche Definitionen erste Gerade
N.. G1 {B1=} X{Ps} Y{PS} (Hilfspunkt und Winkel)
N.. G1 B1= X{Ps} Y{Ps} I1= (Hilfspunkt, Winkel und Parallelabstand)

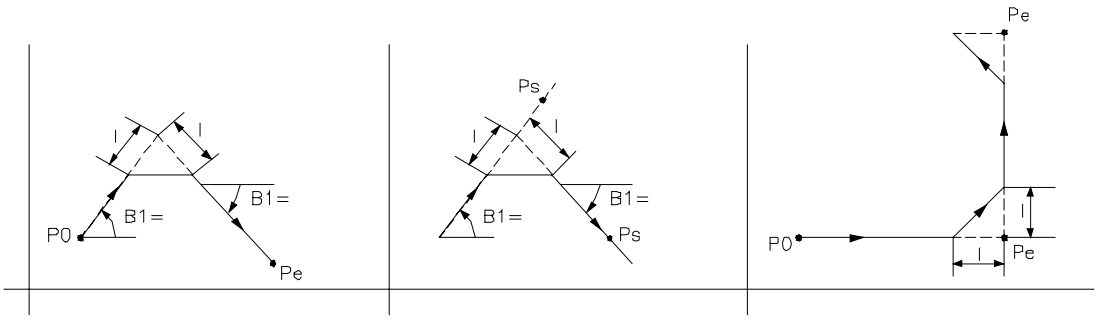
Mögliche Definitionen zweiten Gerade
N.. G1 B1=.. X{Pe} Y{Pe} (Winkel und Endpunkt)
N.. G1 B1=.. X{Ps} Y{Ps} (Winkel und Hilfspunkt)
N.. G1 X{Ps} Y{Ps} B1= I1= (Hilfspunkt, Winkel und Parallelabstand)

Hinweis: Der Schnittpunkt kann ebenfalls als Endpunkt programmiert werden, sofern er in der Zeichnung angegeben ist. Siehe unter **Hinweise und Verwendung** - ENDPUNKT.

Fase am Schnittpunkt zweier Geraden

Die Geraden werden entsprechend den Angaben im vorherigen Abschnitt programmiert.

Die Fase wird
- symmetrisch um den Schnittpunkt angeordnet,
- mit G1 und der Fasenbreite (I-Wort) programmiert



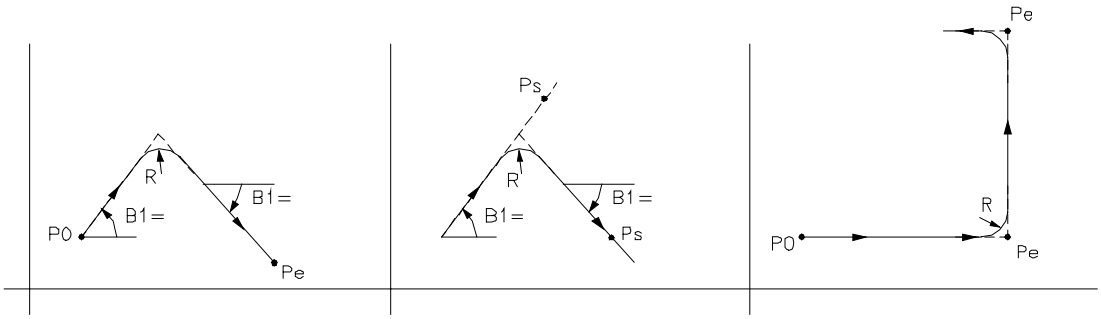
Fase zwischen zwei Geraden

N.. G1	Erste Gerade
N.. I..	Fase
N.. G1	Zweite Gerade

Rundung am Schnittpunkt zweier Geraden

Die Geraden werden entsprechend den Angaben im vorherigen Abschnitt programmiert.

Die Rundung
- tangiert an der Geraden im vorherigen und im nächsten Satz
- wird programmiert mit:
- G2 bzw. G3, zur Angabe der Bewegungsrichtung
- dem Rundungsradius (R-Wort)



Rundung zwischen zwei Geraden

N.. G1	Erste Gerade
N.. G2/G3 R..	Rundung
N.. G1	Zweite Gerade

Hinweis: Auch zwischen einer Geraden und einer Fase oder zwischen einer Fase und einer Geraden kann eine Rundung eingefügt werden.

N.. G1	Erste Gerade
N.. G2/G3 R..	Rundung
N.. I1=	Fase
N.. G2/G3 R..	Rundung
N.. G1	Zweite Gerade

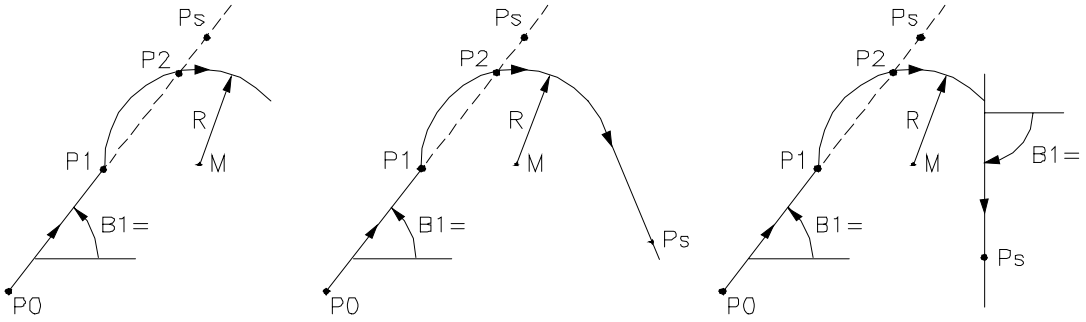
Schnittpunktanzeiger

Bei der Berechnung des Schnittpunktes einer Geraden und eines Kreises oder zweier Kreise wird mit dem Wort J1= angegeben, welcher der beiden möglichen Schnittpunkte gemeint ist:
- J1=1: der linke Schnittpunkt (P1)
- J1=2: der rechte Schnittpunkt (P2) in Blickrichtung vom Kreismittelpunkt.

Bei einen Linie durch den Mittelpunkt
- J1=1: der kurze Abstand zum Startpunkt oder Endpunkt
- J1=2: der größere Abstand zum Startpunkt oder Endpunkt.

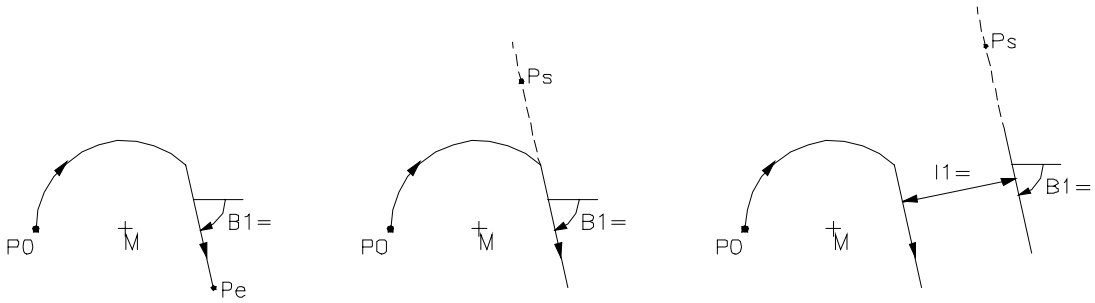
Bei einer Linie durch den Mittelpunkt, wobei der Startpunkt oder Endpunkt zusammenfällt mit dem Mittelpunkt. Die Bewegungsrichtung bestimmt
- J1=1: ist der erste Schnittpunkt
- J1=2: ist der zweite Schnittpunkt.

5.32.2 Schnittpunkt Gerade-Kreis oder Kreis-Gerade



Gerade an Kreis

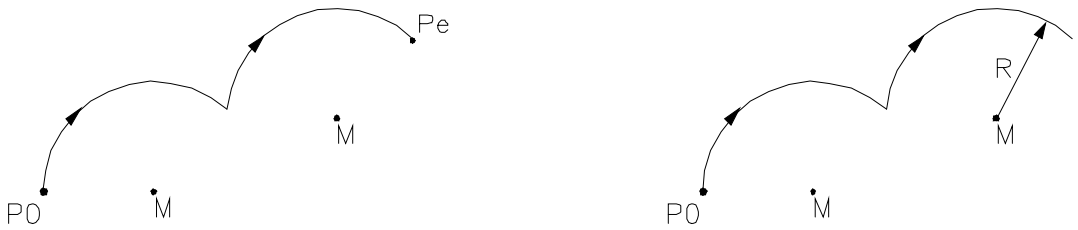
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} J1=1/2
N.. G2/G3 I.. J.. R..



Kreis an Gerade

N.. G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2
N.. G1 B1=.. {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

5.32.3 Schnittpunkt zweier Kreise

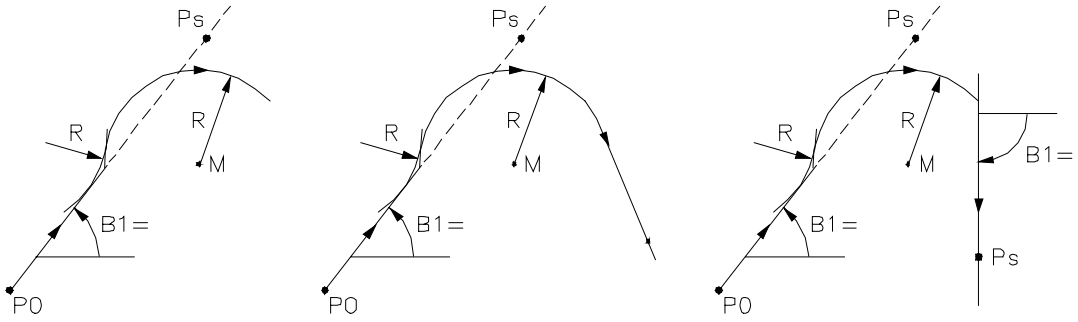


N.. G2/G3 I.. J.. {R..}J1=1/2
N.. G2/G3 I.. J.. R..

Programmieren einer Rundung

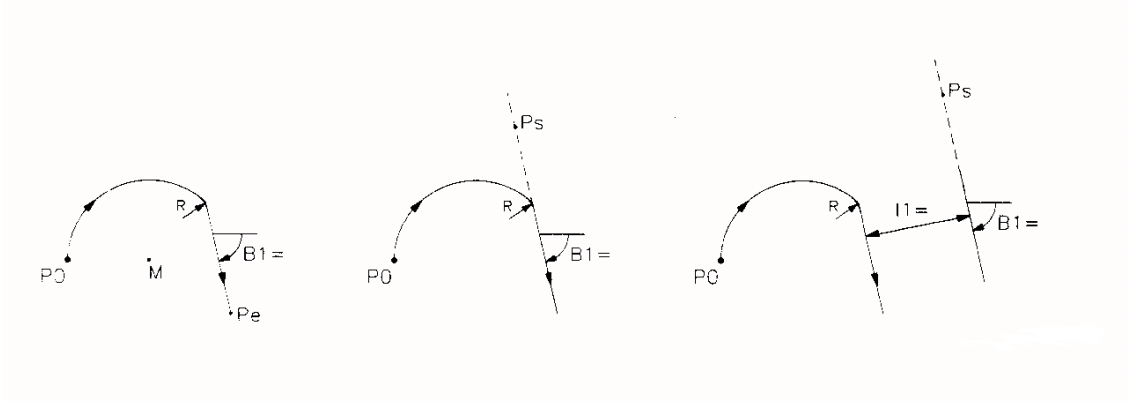
Eine Rundung
- tangiert immer an den Geometrieelementen (Geraden oder Kreis) im vorherigen und im nächsten Satz
- wird programmiert mit:
- G2 bzw. G3, zur Angabe der Bewegungsrichtung
- dem Rundungsradius (R-Wort)

Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis oder Kreis-Gerade



Gerade an Kreis

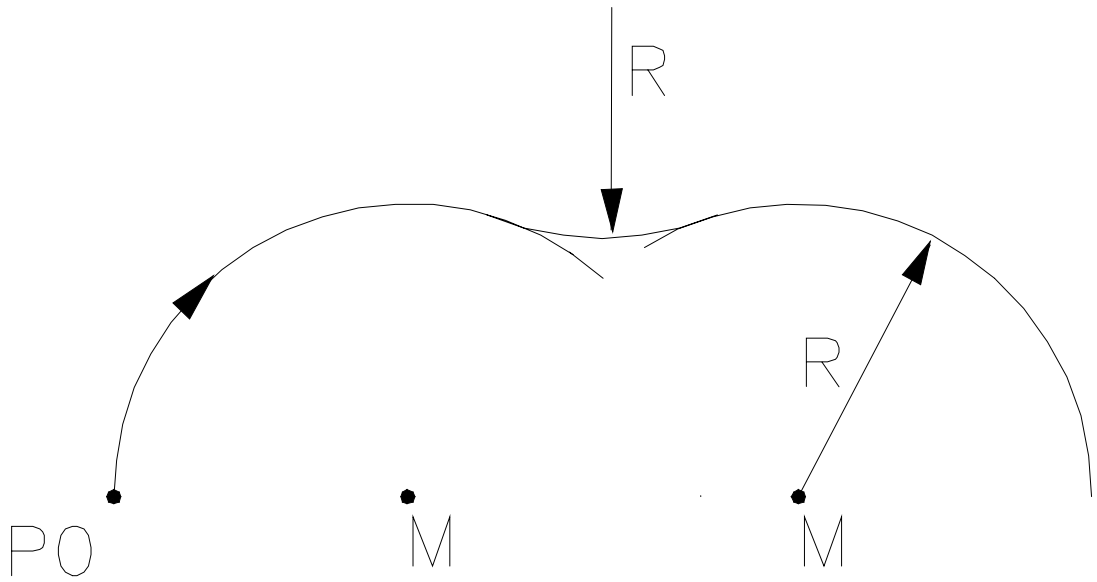
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} J1=1/2
N.. G2/G3 R..
N.. G3/G2 I.. J... R..



Kreis an Gerade

N.. G3/G2 I.. J... {R..}J1=1/2
N.. G2/G3 R..
N.. G1 B1=.. {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis

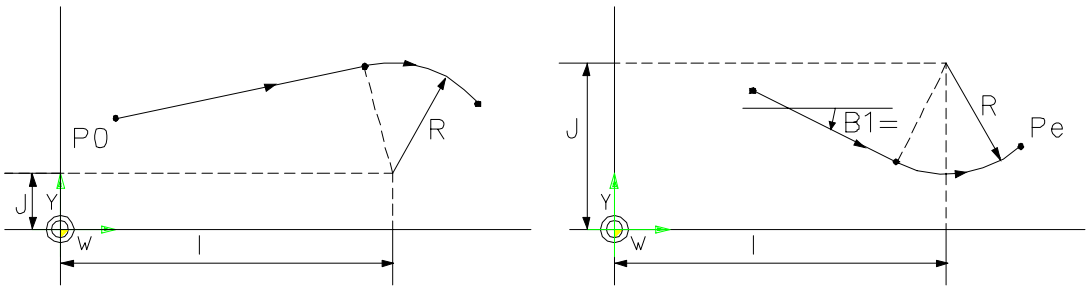


N.. G2/G3 I.. J.. {R..}J1=1/2
N.. G3/G2 R..
N.. G2/G3 I.. J.. R..

5.32.4 Zwei miteinander tangierende Geometrieelementen

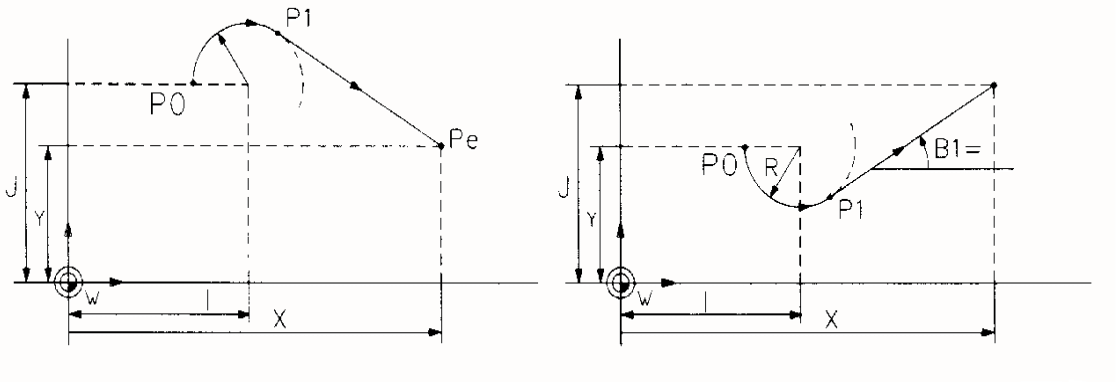
5.32.4.1 Tangentenpunktanzeiger

Das Wort R1=0 im ersten Satz dient zur Angabe, dass eine Gerade an einem Kreis tangiert, oder dass ein Kreis an einer Geraden oder an einem anderen Kreis tangiert.

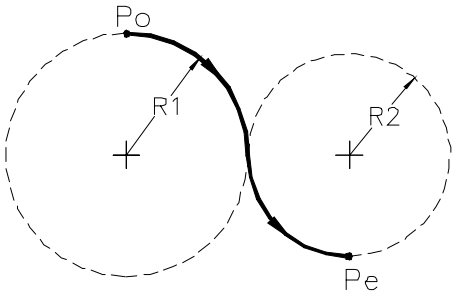


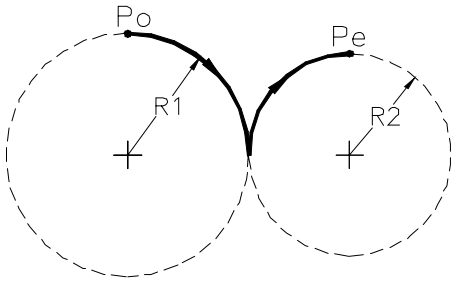
Gerade tangiert an Kreis

N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} R1=0
N.. G2/G3 I.. J.. R..



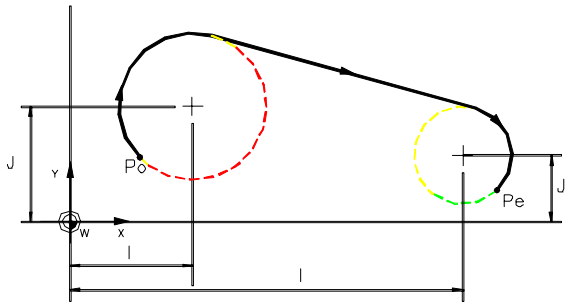
Kreis tangiert an Gerade
N.. G2/G3 I.. J.. {R..}R1=0
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

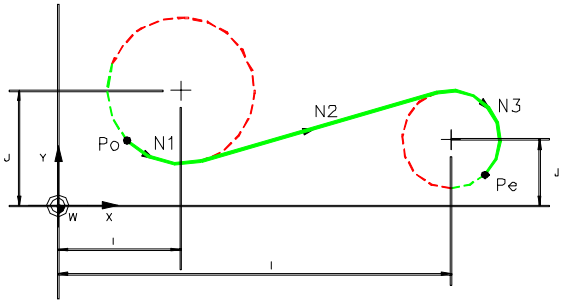




Zwei miteinander tangierende Kreise

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}R1=0
N..	G2/G3	I..	J..	R..





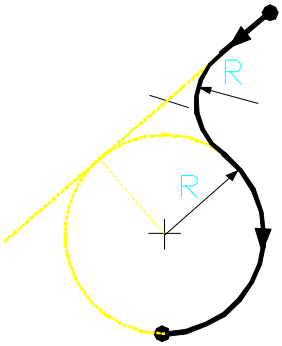
Gemeinsame Tangente an zwei Kreisen

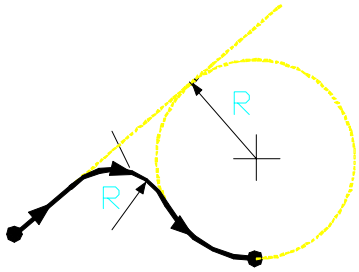
N..	G2/G3	I..	J..	{R..}R1=0
N..	G1			R1=0
N..	G2/G3	I..	J..	R..

Verbindungskreise

Ein Verbindungskreis
- tangiert immer an den Geometrieelementen (Geraden oder Kreis) im vorherigen und im nächsten Satz;
- wird programmiert mit:
- G2 bzw. G3, zur Angabe der Bewegungsrichtung
- dem Kreisradius (R-Wort)

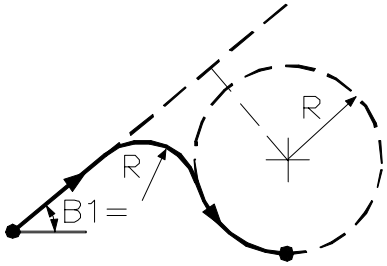
5.32.4.2 Verbindungskreis zwischen Geraden und Kreis oder zwischen Kreis und Geraden

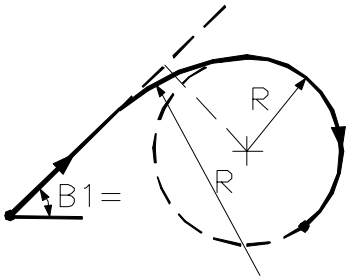




Gerade tangiert an Kreis

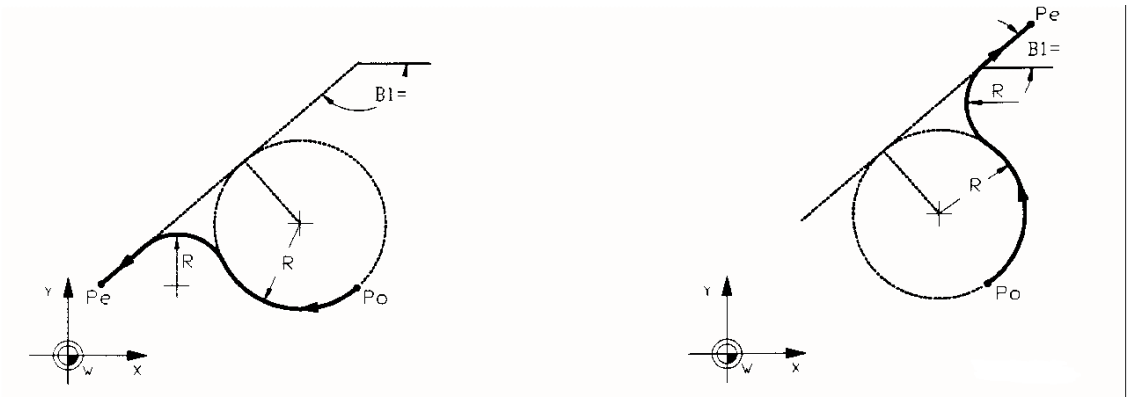
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} R1=0
N.. G3/G2 R..
N.. G2/G3 I.. J.. R..





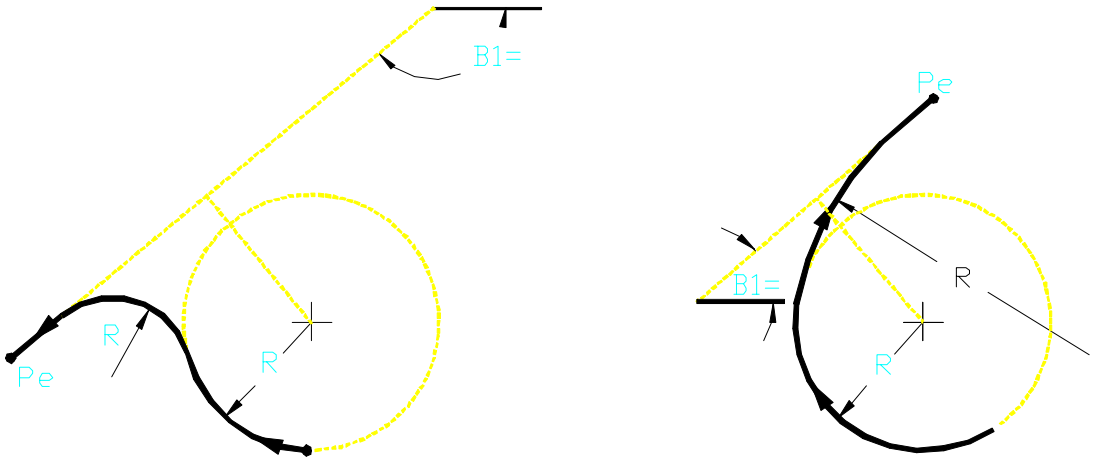
Gerade schneidet/tangiert Kreis nicht

N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt}
N.. G3/G2 R..
N.. G2/G3 I.. J.. R..



Kreis tangiert an Geraden

N.. G2/G3 I.. J.. R.. R1=0
N.. G3/G2 R..
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

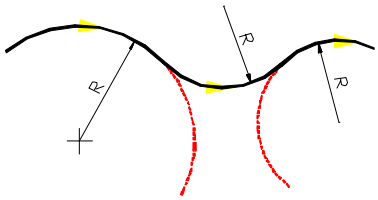


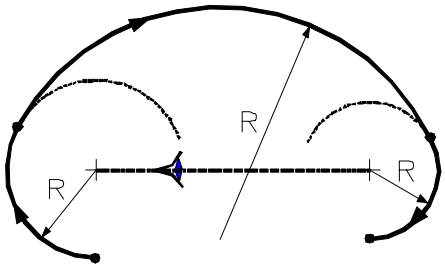
Kreis schneidet/tangiert Gerade nicht

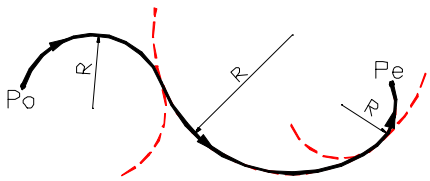
N.. G2/G3 I.. J.. R..
N.. G3/G2 R..
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

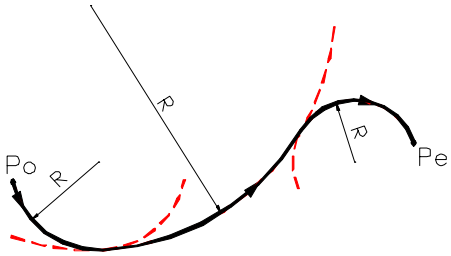
5.32.4.3 Verbindungskreis zwischen zwei nebeneinander liegenden Kreisen

Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei nebeneinander liegenden Kreisen die sich nicht schneiden/tangieren. Die Art des Verbindungskreises wird durch die Drehrichtung auf den drei Kreisen bestimmt.







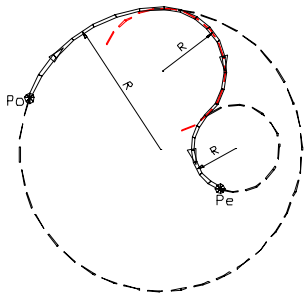


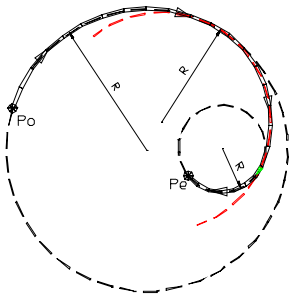
Für sämtliche Fälle gilt das gleiche Format:

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G3/G2	R..		
N..	G2/G3	I..	J..	R..

5.32.4.4 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt

Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt und die sich nicht schneiden/tangieren. Die Art des Verbindungskreises wird durch die Drehrichtung auf den drei Kreisen bestimmt.





Für beide Fälle gilt das gleiche Format:

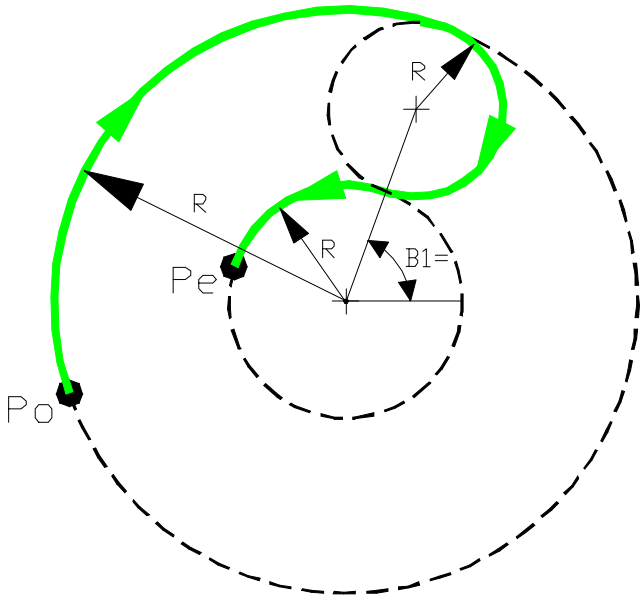
N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G2/G3	R..		
N..	G2/G3	I..	J..	R..

5.32.4.5 Verbindungskreis zwischen zwei konzentrischen Kreisen

Zwei konzentrische Kreise sind ein Sonderfall von EIN KREIS INNERHALB DES ANDEREN. Hier fallen die Mittelpunkte beider Kreise zusammen. Mit dem Wort B1=.. wird der Winkel angegeben, der die Gerade durch den Kreismittelpunkt der konzentrischen Kreise und des Verbindungskreises mit der Hauptachse bildet. Diese zusätzliche Information wird in den Satz mit dem Verbindungskreis eingebunden.

Die Formate sind folgende:

Der Radius des Verbindungskreises ist bekannt



Zwei konzentrische Kreise

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G2/G3	R..	B1=..	
N..	G2/G3	I..	J..	

Der Radius des zweiten Kreises ist bekannt

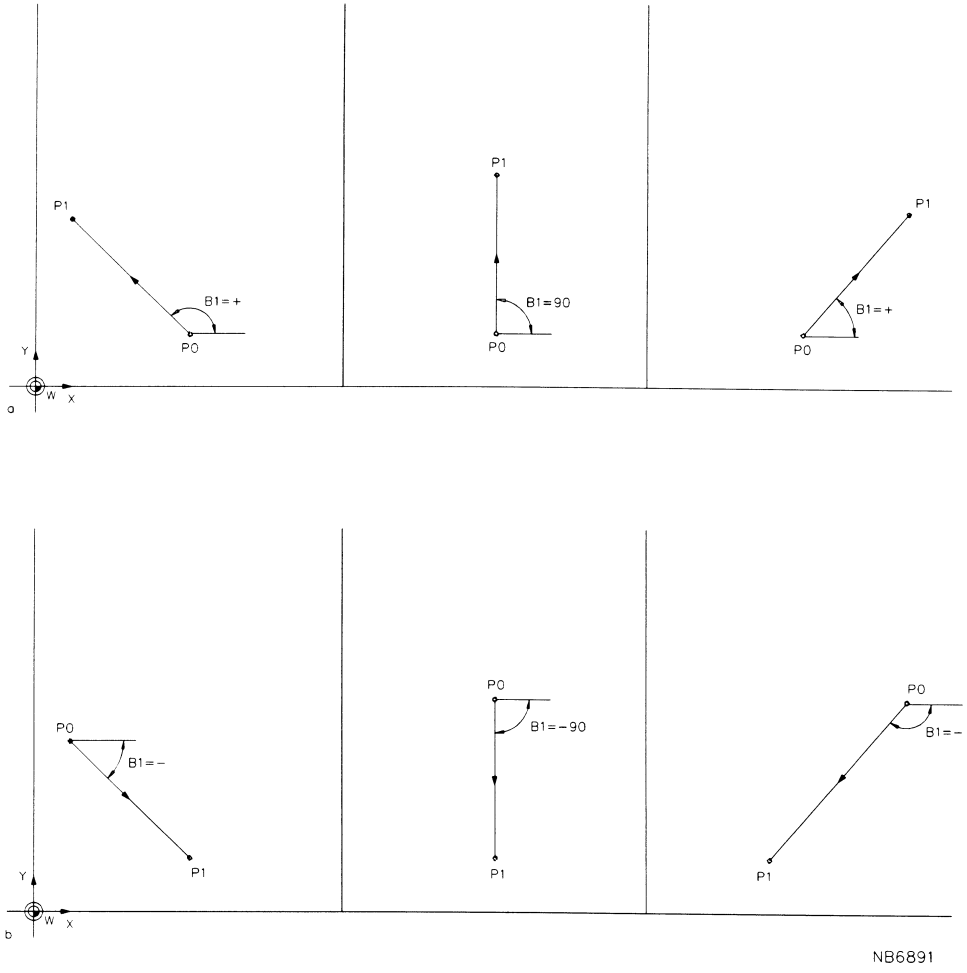
In diesem Fall wird der Radius des Verbindungskreises von der Steuerung errechnet.

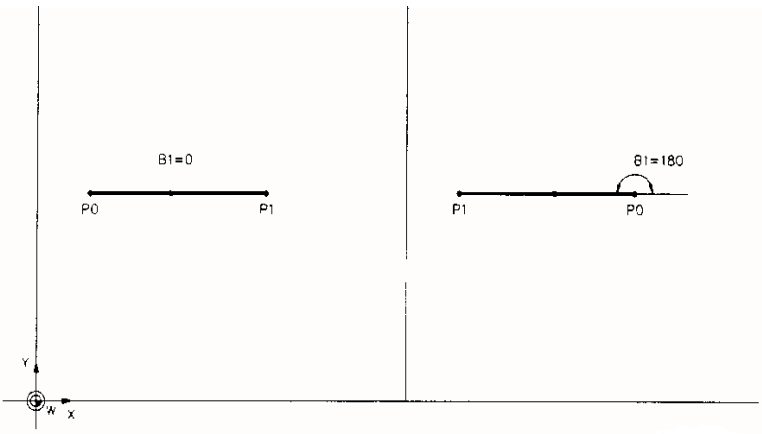
N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G2/G3	B1=..		
N..	G2/G3	I..	J..	R..

5.32.5 Gerade Definitionen

PROGRAMMIEREN DES WINKELS B1=

Häufig muss eine geradlinige Bewegung mit dem Winkel programmiert werden, der die Gerade mit der Hauptachse bildet. Der Winkel wird mit dem Wort B1=.. angegeben. Der Winkel muss in der Bewegungsrichtung programmiert werden, d.h. die Blickrichtung ist vom Startpunkt der ersten Bewegung auf ihren Endpunkt. Das Vorzeichen des Winkels bestimmt die Bewegungsrichtung und geht aus dem Bild hervor





Hinweis: Der Winkel muss richtig programmiert werden, anderenfalls dürfte der falsche Schnittpunkt ausgewählt werden.

ENDPUNKT Ein Endpunkt wird programmiert mit:
- den absoluten kartesischen Koordinaten X und Y
- den Polarkoordinaten B2= und L2=
- einem vorher definierten Punkt P oder P1=

In bestimmten Fällen ist der Schnittpunkt zweier Elemente in der Zeichnung angegeben und lässt sich als ein Endpunkt programmieren. Es ist dennoch möglich, zwischen geradlinigen Bewegungen eine Fase oder zwischen sich schneidenden Elementen eine Rundung einzufügen.

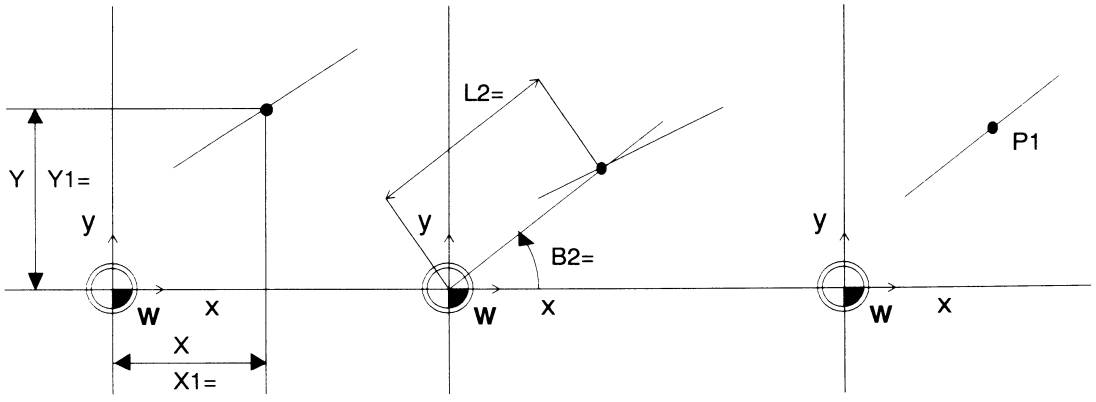
Wenn der Schnittpunkt zweier Geraden als ein Endpunkt programmiert ist, so wird dieser Punkt als der Startpunkt für die nächste Bewegung betrachtet und kann programmiert werden mit einer Koordinate (X.. oder Y..), zwei Koordinaten (X.. und Y..) eine Koordinate und Winkel (x.. oder Y.. und B1=).

Eine horizontale oder vertikale Gerade kann auch programmiert werden mit nur eine Koordinate. Die andere Koordinate wird genommen aus dem vorhergehenden Satz. Wenn der Startpunkt von das erste Element unbekannt ist, muss der Winkel, der die Gerade macht mit der Hauptachse, zugefügt werden in dem Satz

KREIS MITTELPUNKT

Der Kreis Mittelpunkt ist programmiert mit entweder die absoluten Kartesische Koordinaten (I, J, K..) oder mit Polarkoordinaten (B3=, L3=..).

HILFSPUNKT Wenn der Endpunktkoordinaten unbekannt sind, kann einander Punkt auf die gleiche Gerade benützt werden, um der Endpunkt zu berechnen.



NB8010

X.. Y.. I1=0 B2= L2= I1=0 P1 I1=0 X1=.. Y1=
Definierung von Hilfspunkt.

Vier Formaten sind gestattet.:

N..	G1	{BI=..}	X1=..	Y1=..	
N..	G1	{B1=..}	X..	Y..	I1=0
N..	G1	{B1=..}	B2=..	L2=..	I1=0
N..	G1	{B1=..}	P..	I1=0	

Jeder Punkt auf die Gerade kann als Hilfspunkt benutzt werden. Die Koordinaten Können programmiert werden mit:
- die absoluter Kartesische Koordinaten X1=, Y1= oder X, Y
- die Polarkoordinaten B2=, L2=
- ein hervorgehenden definierte Punkt P oder P1=

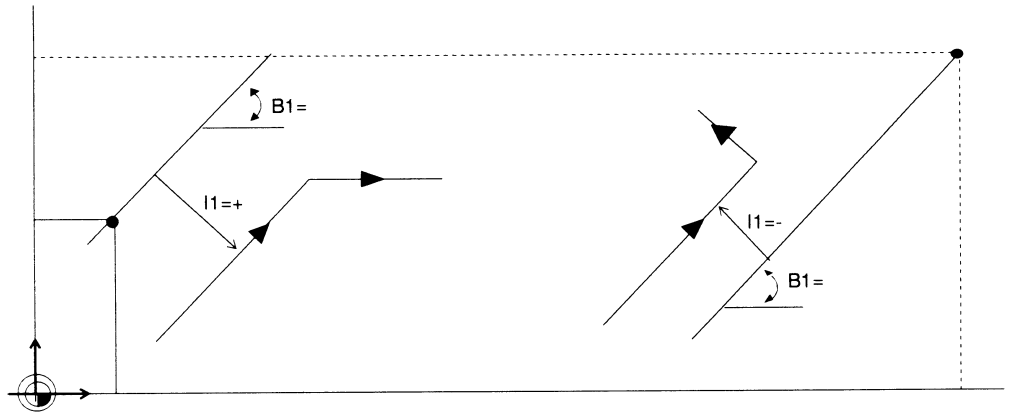
Hinweise:
1. Wenn die Endpunktkoordinaten nicht benützt werden kann, weil das Werkzeug bewegt zu dem Endpunkt, muss ein Hilfspunkt mit I1=0 programmiert werden.

2. Wenn ein Hilfspunkt ist programmiert und die Gerade ist noch nicht komplett definiert, muss der Winkel B1=, die der Gerade macht mit der Hauptachse, auch programmiert werden. Wenn einem Satz zuviel Informationen enthält, wird eine Fehlermeldung gegeben.

5.32.5.1 Parallele Gerade

Manchmal ist eine Gerade parallel zu einer bekannten Gerade. Der Abstand zwischen der gewünschte und der bekannte Gerade, ist programmiert mit das I1= Adresse. Das I1= Adresse hat ein Zeichen:

I1=+..:die Gerade **rechts** von der bestehenden Gerade.
I1=-..: die Gerade **links** von der bestehenden Gerade



NB9022

Definierung die parallele Gerade

Den folgenden Formaten sind möglich:

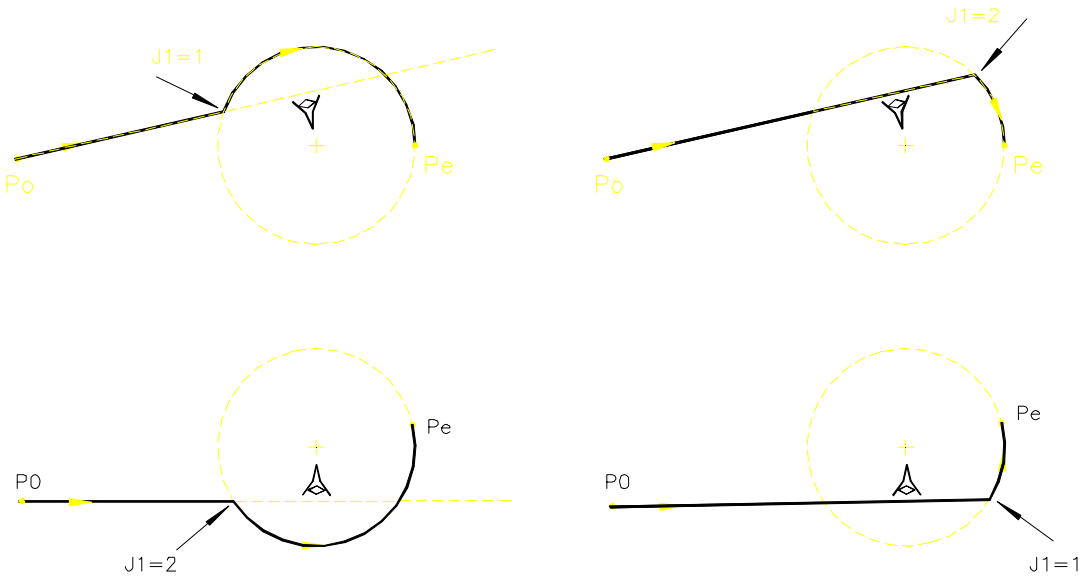
N..	G1	B1=..	X..	Y..	I1=+/-..
N..	G1	B1=..	B2=..	L2=..	11=+/-..
N..	G1	B1=..	P..	P1=..	I1=+/-..

Jeder Punkt auf die bestehende Gerade kann benützt werden. Die Koordinaten können programmiert werden mit:
- die absoluter Kartesische Koordinaten X, Y
- die Polarkoordinaten B2=, L2=
- einem vorher definierten Punkt P oder P1=

5.32.5.2 Schnittpunkt Indikator

Wenn eine Gerade oder Kreis oder zwei Kreisen einander schneiden, gibt es zwei mögliche Schnittpunkten. Einer spezial Adresse (J1=1 oder 2) wird benutzt um an zu deuten, welche Schnittpunktkoordinaten berechnet werden müssen. Zwei Methoden hat man um zu bestimmen welcher Schnittpunkt hört bei J1=1 und welche bei J1=2.

1. **wenn die Gerade geht nicht durch den Kreismittelpunkt**

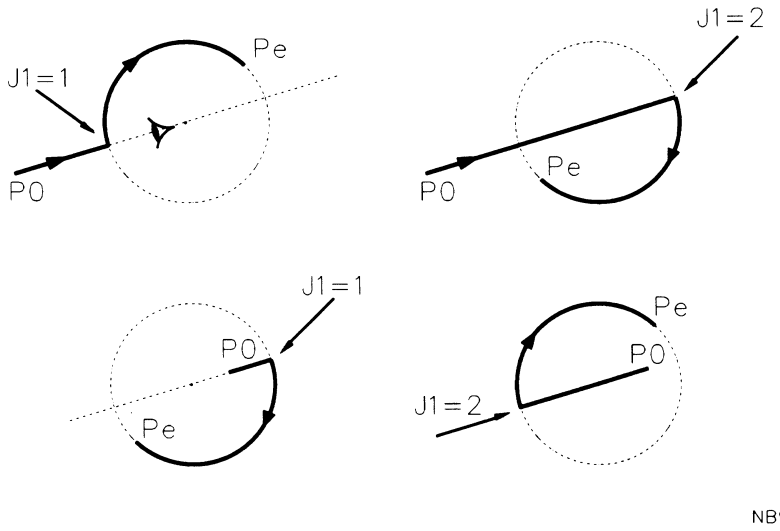


Schaue von Kreismittelpunkt zum Gerade. Wenn der Schnittpunkt ist links, dann gilt J1=1. . Wenn der Schnittpunkt ist rechts, dann gilt J1=2.

2. wenn die Gerade durch den Kreismittelpunkt geht

2.1 Gerade schneidet Kreis

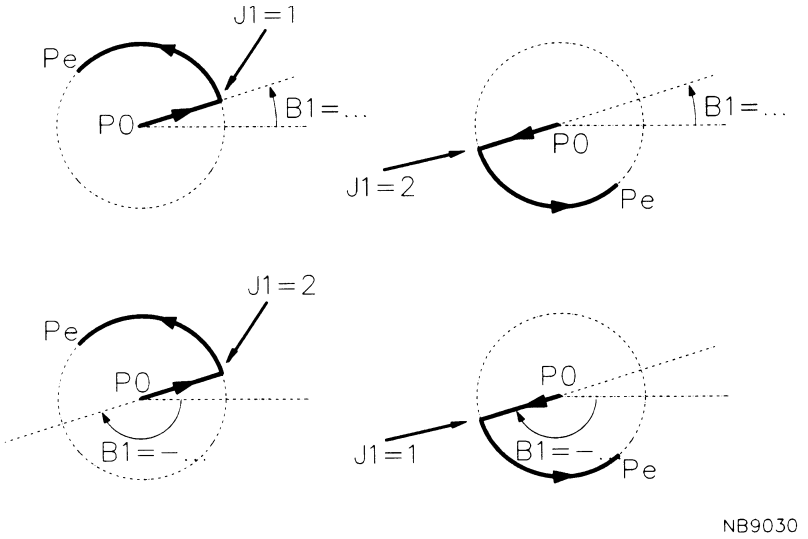
a. Startpunkt der Gerade ist nicht im Kreismittelpunkt



NB9028

Der Schnittpunkt in der nahe des Startpunktes ist J1=1; Das andere Punkt ist J1=2

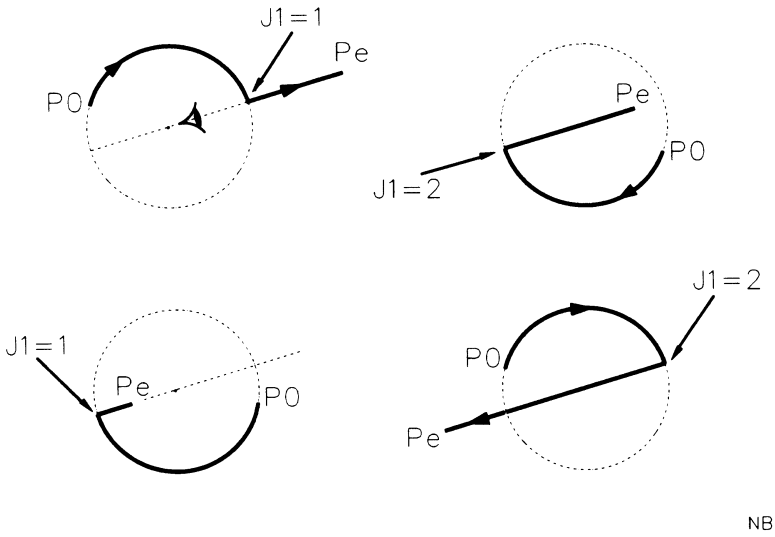
b. Startpunkt der Gerade ist der Kreismittelpunkt



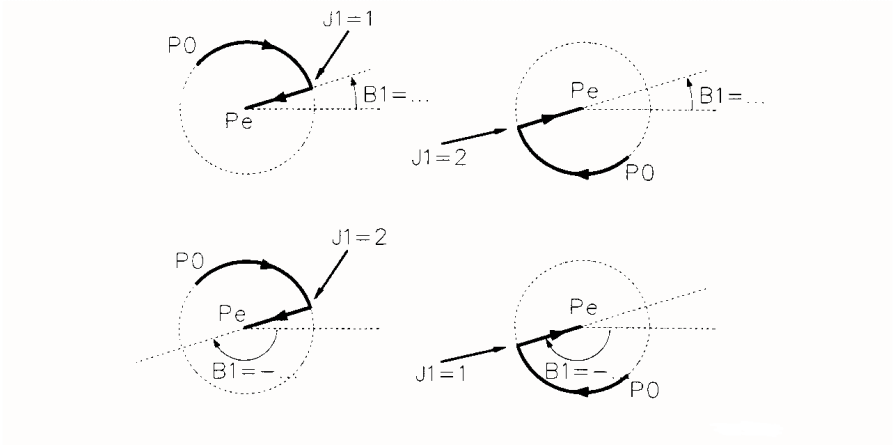
Der Schnittpunkt in die Bewegungsrichtung auf die Gerade ist J1=1; Das andere Punkt ist J1=2.

2.2 Kreis schneidet Gerade

a. Endpunkt der Gerade ist nicht im Kreismittelpunkt

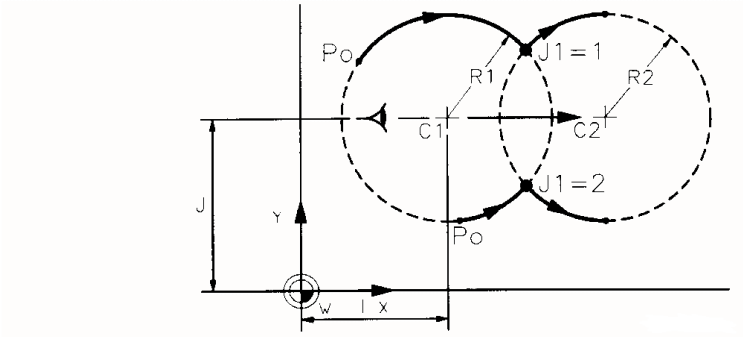


Der Schnittpunkt in der Nahe des Endpunktes ist J1=1; Das andere Punkt ist J1=2
b. Endpunkt der Gerade ist im Kreismittelpunkt



Der Schnittpunkt in der Bewegungsrichtung auf dem Kreis wird mit J1=1 bezeichnet, der andere mit J1=2.

3. Zwei Kreise schneiden sich



Wenn zwei Kreise sich schneiden, so wird mit Blick vom Mittelpunkt des ersten Kreises auf den Mittelpunkt des zweiten Kreises der links von der Geraden durch die Mittelpunkte liegenden Schnittpunkt mit J1=1 und der rechts von der Geraden liegender Schnittpunkt mit J1=2 bezeichnet.

Hinweis: Für die Bedeutung von "in der Bewegungsrichtung auf der Geraden" bzw. "in der Bewegungsrichtung auf dem Kreis" siehe PROGRAMMIEREN DES WINKELS B1=.

KONTINUIERLICHE UND DISKONTINUIERLICHE BEWEGUNG

Bei einer kontinuierlichen Bewegung bewegt sich das Werkzeug immer in Vorwärtsrichtung. Wenn mehrere Verbindungskreise möglich sind, so hängt es von der Bewegungsrichtung auf den Elementen ab, welchen Verbindungskreis die Steuerung auswählt. Wenn bei einem Verbindungskreis ein kurzer oder ein langer Kreisbogen möglich ist, so wird der kürzere Kreisbogen genommen.

Für eine diskontinuierliche Bewegung gilt:
- das Werkzeug kann in Rückwärtsrichtung verfahren
- die Werkzeugbahn kann sich selbst schneiden
- bei einer Kreisbewegung kann der längere Kreisbogen genommen werden

Für bestimmte Fräsarbeiten ist die Verwendung von diskontinuierlichen Bewegungen erforderlich, z.B. wenn der längere Bogen eines Verbindungskreises programmiert werden soll. Bei Applikationen wie Laserbearbeitung können die diskontinuierlichen Bewegungen sehr nützlich sein.

Für die Programmierung diskontinuierlicher Bewegungen sei auf den Anhang verwiesen.

AUFHEBEN

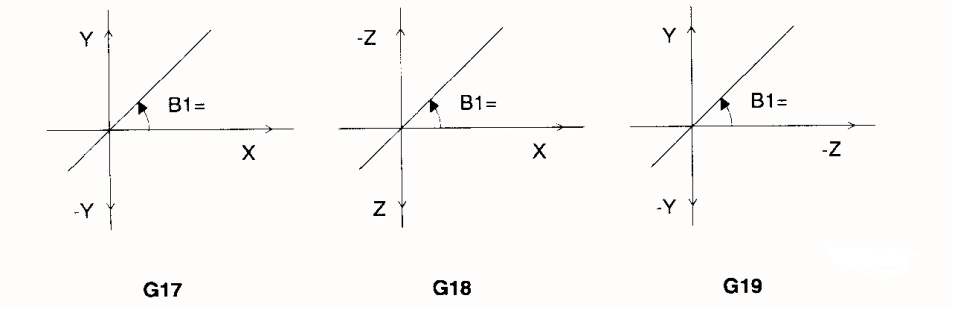
Die Geometrieberechnungen werden mit der Funktion G63 aufgehoben.
Danach müssen vollständige Sätze programmiert werden.
Im letzten Satz vor dem Aufheben der Geometrieberechnungen muss eine absolute Lage programmiert werden.

EINSCHALTZUSTAND

Bei CNC rücksetzen wird G63 automatisch wirksam.

EBENENAUSWAHL

Die Ebene in der die Geometrieberechnungen durchgeführt werden, wird mit G17 (XY-Ebene), G18 (XZ-Ebene) oder G19 (YZ-Ebene) festgelegt.
Die Definition des Winkels B1= bezieht sich auf:
- die + X-Achse in der XY- oder der XZ-Ebene
- die - Z-Achse in der YZ-Ebene



G17 **G18** **G19**

Definition des Winkels in den verschiedenen Ebenen

Ein Hilfspunkt kann programmiert werden mit:
- X1= und Z1= in der XZ-Ebene
- Y1= und Z1= in der YZ-Ebene

ZUGELASSENE FUNKTIONEN

Zugelassene G-Funktionen, wenn G64-Funktion aktive ist:

G0/G1/G2/G3; G4; G25/G26; G27/G28; G40/G41/G42/G43/G44; G94/G95

Nicht zugelassene G-Funktionen, wenn G64-Funktion aktive ist:

- Alle hier oben nicht genannte G-Funktionen
- Inkrementelle Programmierung (Kartesische und polar)
- Helix Interpolation
- Mehr als eine definierten Punkt im Satz
- Der M-Funktionen M6, M66 und M67

MAKROS

Der Gebrauch der Geometrie Berechnungen ist im Makro gestattet. Alle Geometrie Sätzen zwischen G63 und G64 müsse im gleichem Makro stehen.

WIEDERHOLFUNKTION

Der Gebrauch der Geometrie Berechnungen ist gestattet im Wiederhol-Sektion des Teilprogramms (G14 oder G29). Alle Geometrie Sätzen zwischen G63 und G64 müsse im gleicher Sektion stehen

SKALIEREN, SPIEGELN UND ACHSENROTATION

Allererst aktivieren von Skalieren, Spiegeln oder Achsenrotation und danach der Geometrie Berechnungen ist gestattet.

Siehe auch Kapitel: 13 "G64 Erweiterte Geometrieberechnungen" auf Pagina 597.

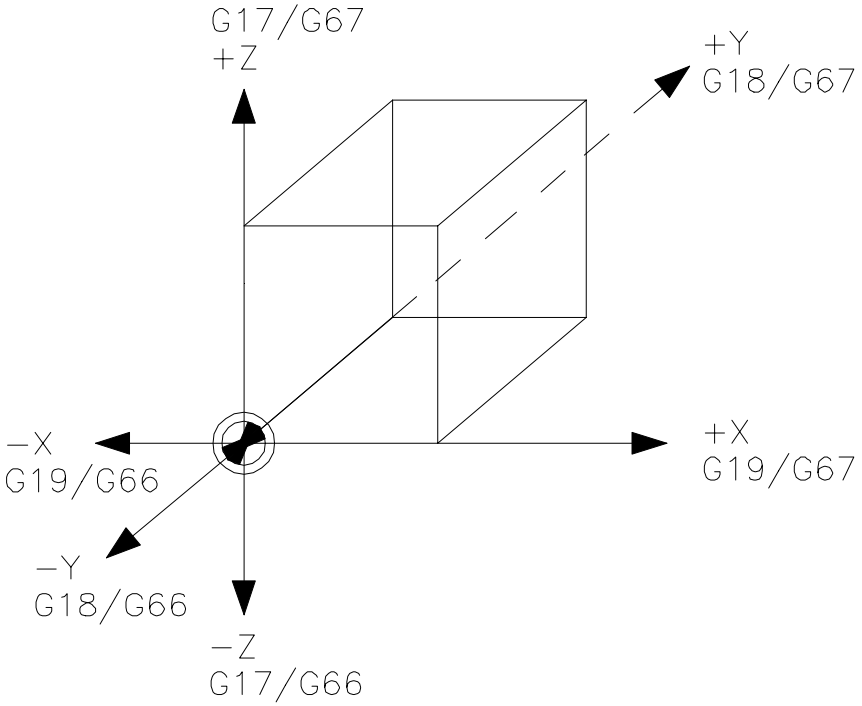
5.33 G66/G67 Auswahl negative/positive Werkzeugrichtung

Zweck

Auswahl der Richtung in der das Werkzeug zeigt.
Werkzeuglängenkorrektur in - Richtung/+ Richtung G66/G67

G66: Werkzeug zeigt in der negativen Richtung der Werkzeugachse
G67: Werkzeug zeigt in der positiven Richtung der Werkzeugachse

Diese Funktionen ermöglichen es dem Bediener, stets einen positiven Wert für die Werkzeuglänge in den Werkzeugspeicher einzugeben und dem Programmierer, stets vom Werkzeug aus auf die Ebene für Kreisinterpolation und Radiuskorrektur zu schauen.



Format

Werkzeug zeigt in der negativen Richtung der Werkzeugachse.

N... G66

Werkzeug zeigt in der positiven Richtung der Werkzeugachse.

N... G67

Parameter

keine

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G17/G18/G19

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND

Beim Einschalten der CNC ist der Funktion G66 automatisch wirksam, d.h. das Werkzeug zeigt in der negativen Richtung der Werkzeugachse.

VERFÜGBARKEIT

Die G66/G67 ist nicht in allen Versionen aktiv, da Sie nicht für alle Maschinentypen möglich ist. Es kann auch sein, dass Sie nur im G19 möglich ist.

WERKZEUGLÄNGE IM WERKZEUGSPEICHER

Der im Werkzeugspeicher abgelegter Zahlenwert für die Werkzeuglänge stellt immer einen positiven Betrag dar, es sei denn, dass Korrekturen der Länge eines Standardwerkzeugs verarbeitet werden.

WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR

Wenn G66 wirksam ist (Einschaltzustand), wird die Werkzeuglängenkorrektur in der negativen Richtung der Werkzeugachse vorgenommen.

Wenn G67 wirksam ist, wird die Werkzeuglängenkorrektur in der positiven Richtung der Werkzeugachse vorgenommen.

KREISINTERPOLATION

Um die Drehrichtung auf einem Kreisbogen zu bestimmen, schaut der Programmierer in der negativen (G66) bzw. positiven (G67) Richtung der Werkzeugachse auf die Ebene, in der der Kreis ausgeführt wird. In beiden Fällen wird G2 für eine Bewegung im Uhrzeigersinn und G3 für eine Bewegung im Gegenuhrzeigersinn verwendet.
Wenn G67 wirksam ist, werden die erforderlichen Umsetzungen während der Programmabarbeitung automatisch von der CNC vorgenommen.

RADIUSKORREKTUR

Zur Bestimmung, ob das Werkzeug links oder rechts vom Werkstück verfährt, wird in der negativen (G66) bzw. positiven (G67) Richtung der Werkzeugachse auf die Ebene geschaut, in der die Radiuskorrektur ausgeführt wird. In beiden Fällen wird G141 für eine Werkzeugbewegung links vom Werkstück und G42 für eine Werkzeugbewegung rechts vom Werkstück verwendet.

Wenn G67 wirksam ist, werden die erforderlichen Umsetzungen während der Programmabarbeitung automatisch von der CNC vorgenommen.

FESTZYKLEN

Wenn das Werkzeug in die positive Richtung der Werkzeugachse zeigt, so muss die beim Festzyklus verwendete Tiefe mit einem positiven Vorzeichen (+) programmiert werden, zur Angabe, dass der Zyklus in der positiven Richtung der Werkzeugachse ausgeführt werden soll. Das Vorzeichen wird nicht automatisch gewechselt.

Für Fräszyklen, G87 bis G89, gilt folgendes:

- Die Drehrichtung auf den Kreisbögen wechselt automatisch in der entgegengesetzten Richtung.
- Die mit dem J-Wort programmierte Richtung beim Fräsen wird nicht automatisch gewechselt.

LÖSCHEN

Die beiden Funktionen löschen sich gegenseitig. Sie werden nicht durch Softkey <Programm abbrechen> oder M30 gelöscht. Gelöscht werden Sie durch Softkey <CNC Rücksetzen>.

EINSCHRÄNKUNG

Von der Verwendung von G67 in Verbindung mit Geometrieberechnungen (G64 wirksam) ist abzuraten. Aktivieren der Geometrie nach G67 löst keine Fehlermeldung aus. Es können sich Konturfehler ergeben, weil nicht alle Geometriefunktionen einwandfrei umgesetzt werden.

Beispiel

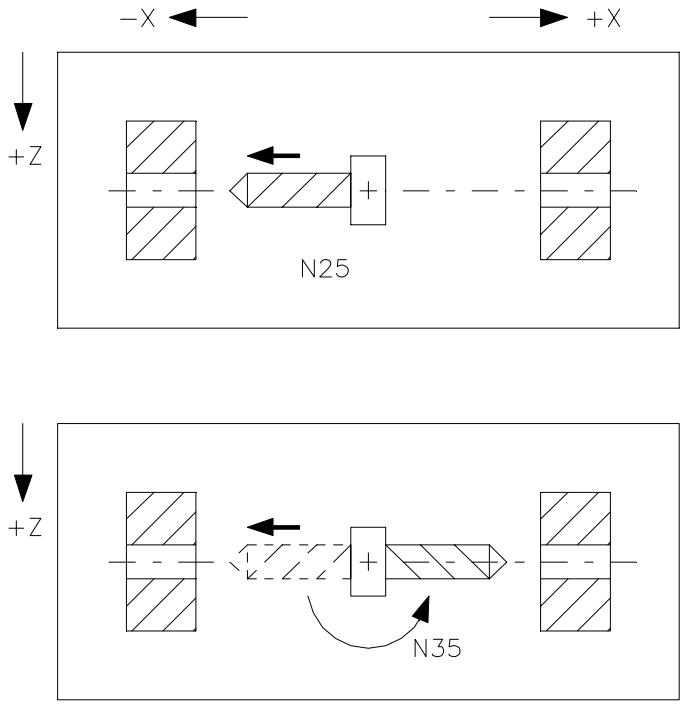


Bild oben G66 wirksam
Bild unten G67 wirksam

N25 G1 (Endpunktkoordinaten)
:
N30 G67
N35 G1 (Endpunktkoordinaten)

Erläuterung:

N25 : Das erste Loch wird gebohrt
N30 : Werkzeugaufruf, wobei das Werkzeug in der positiven Richtung der Werkzeugachse zeigt.
N35 : Das zweite Loch wird gebohrt.

5.34 G70/G71 Maßeinheit Inch/Metrisch

Zweck

Erlaubt das Laden von Teileprogrammen, deren Maßangaben in einem anderen Maßsystem geschrieben sind, als das an der CNC eingestellte System.

G70: Maßeinheiten des Teileprogramms sind Inchmaßen
G71: Maßeinheiten des Teileprogramms sind Millimeter

Format

Inch Programmierung:
N... (PROGRAMMNAME) G70

Metrische Programmierung
N... (PROGRAMMNAME) G71

Parameter

keine

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

MAßEINHEITEN

Einheiten für Linearmaße		:	.001 mm	.0001 Inch
Einheiten für Vorschub	(G94)	:	.001 mm/min	.0001 Inch/min
	(G95)	:	.001 mm/U	.0001 Inch/U
Einheiten für Schnittgeschwindigkeit		:	1 m/min	1 Fuß/min

Hinweis: Die Schnittgeschwindigkeit wird in den Technologietabellen verwendet.1

AKTIVES MAßSYSTEM

Beim Initialisieren der CNC wird automatisch das über eine Maschinenkonstante (MC707) definierte Maßsystem wirksam.

Hinweis: Die Funktionen G70 und G71 werden zu Beginn der programmierter Daten geschrieben. Sie haben keine Auswirkung auf das Messsystem der Werkzeugmaschine.

WECHSELN DES MAßSYSTEMS

Muss das aktive Maßsystem gewechselt werden, z.B. weil ein in einem anderen Maßsystem erstelltes Teileprogramm über die Tastatur eingegeben werden soll, so muss die Belegung der entsprechenden Maschinenkonstanten geändert und die CNC neu initialisiert werden.

Nach der Initialisierung werden alle in den Speichern abgelegten Maßangaben durch 10 dividiert (Wechsel von metrischen Maßen auf Inchmaßen) bzw. mit 10 multipliziert (Wechsel von Inchmaßen auf metrischen Maßen). Siehe auch CNC-SPEICHER.

UMSETZEN DER MAßEINHEIT BEIM LADEN EINES PROGRAMMES VON EINEM DATENTRÄGER

Wenn die CNC beim Laden eines Programms von einem Datenträger aus G70 oder G71 erkennt, so prüft sie, ob das für das Programm verwendetes Maßsystem dem aktiven System entspricht. Wird ein Unterschied festgestellt, so werden die Koordinaten der Linearachsen und die Vorschubgeschwindigkeit durch die CNC in den Äquivalenten des aktiven Systems umgesetzt. X1 (1 Inch), zum Beispiel, wird in X25.4 (25.4 mm) umgesetzt. Die Funktion G70 bzw. G71 wird dabei automatisch gewechselt.

Hinweis: Alle Maßangaben in einem Programm müssen immer in der gleichen Maßeinheit ausgedrückt sein.

AUSFÜHREN EINES TEILEPROGRAMMS

Wenn G70 bzw. G71 nicht am Anfang eines Teileprogramms programmiert sind, so nimmt die CNC an, dass sämtliche Maßangaben dem an der CNC eingestelltem Maßsystem entsprechen.
Wenn G70 bzw. G71 programmiert ist, so prüft die CNC, ob die Maßangaben im gespeicherten Programm dem an der CNC eingestelltem Maßsystem entsprechen. Wird ein Unterschied festgestellt, so erfolgt eine Fehlermeldung.

CNC-SPEICHER

Die in den CNC-Speicher abgelegten Werkzeugdaten, Nullpunktverschiebungen, definierte Punkte und Technologiedaten müssen immer in den Einheiten des aktiven Maßsystems ausgedrückt sein. Wird dieses System gewechselt, so müssen sämtliche gespeicherte Werte dem neuen System entsprechend geändert werden. Ein Systemwechsel hat keine Auswirkung auf den Parameterspeicher.

EINGABE EINES PROGRAMMS ÜBER DAS CNC-BEDIENFELD

Die Funktion G70 bzw. G71 in einem Programm das über das CNC-Bedienfeld in den Speicher geladen wird, muss immer dem aktiven Maßsystem entsprechen, anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

Beispiele

BEISPIEL 1

An der CNC eingestelltes Maßsystem: metrisches System
Maßangaben im Teileprogramm: Inchmaßen.

N9001 (EX.1) G70
.
N50 G1 X2 Y1.5 F8

Das Einlesen von Programmsatz N50 in den Teileprogrammspeicher bewirkt, dass die Koordinaten X50.8 Y38.1 und ein Vorschub von 203.2 mm/min gespeichert werden.

BEISPIEL 2

An der CNC eingestelltes Maßsystem: Inchsystem
Maßangaben im Teileprogramm: Millimeter

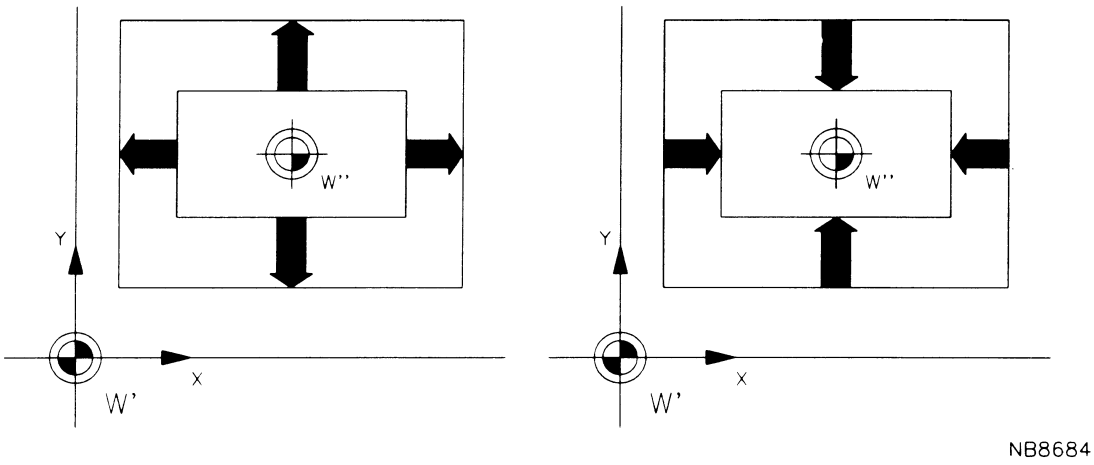
N9002 G71
.
N50 G1 X50.8 Z38.1 F203.2

Das Einlesen von Programmsatz N50 in den Teileprogrammspeicher bewirkt, dass die Koordinaten X2. Y1.5 und ein Vorschub von 8. Inch/min gespeichert werden.

5.35 G72/G73 Spiegeln und Maßfaktor aufheben/aktivieren

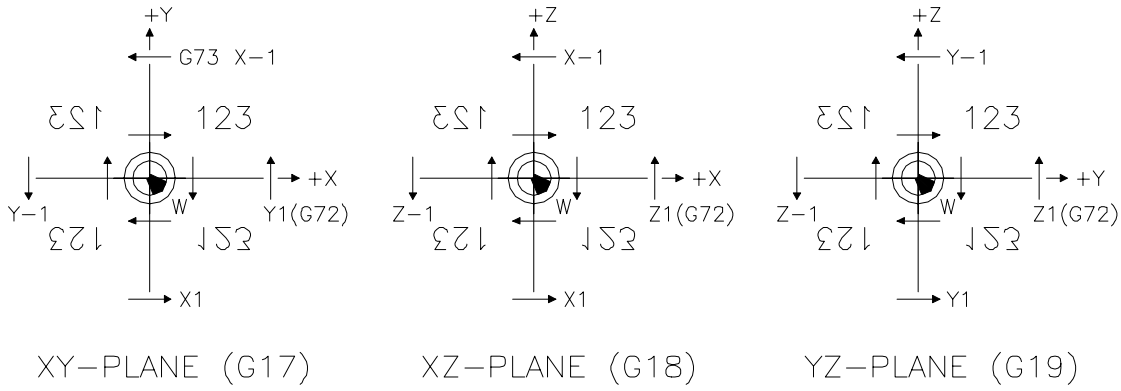
Zweck

1. Vergrößern bzw. Verkleinern einer Anordnung von Achsenkoordinaten.



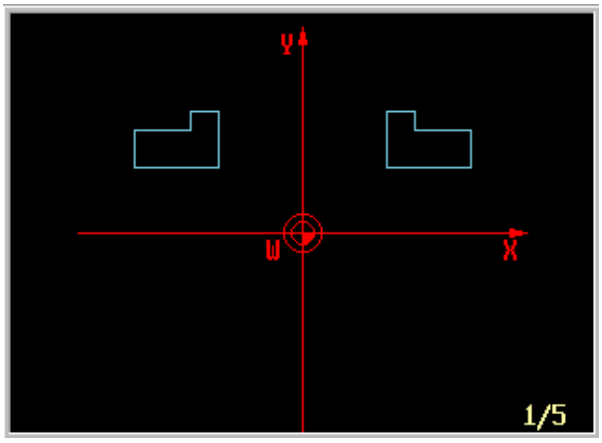
Vergrößern Verkleinern

2. Spiegeln einer Anordnung von linearen Hauptachsenkoordinaten bzw. Umkehren des Vorzeichens von Drehachsenkoordinaten (Vorzeichenwechsel).



G72 : Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln löschen.
G73 : Vergrößern/Verkleinern und/oder Spiegeln aktivieren.

G73:



Format

Vergrößern/Verkleinern aktivieren
N... G73 A4=...

Vergrößern/Verkleinern löschen
N... G73 A4=1 (Faktor) bzw. A4=100 (Prozentsatz)

Spiegeln um eine Achse bzw. Vorzeichenwechsel je Achse
N... G73 {X-1} {Y-1} {Z-1} {A-1} {B-1} {C-1}

Spiegeln / Vorzeichenwechsel je Achse löschen
N... G73 {X1} {Y1} {Z1} {A1} {B1} {C1}

Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln löschen
N... G72

Parameter

G72: keine

Modale Wörter
H, T1=

Parameter G73

```
G    Spiegeln und Maßfaktor aktivieren
X    X-1:spiegeln / X1:aufheben
Y    Y-1:spiegeln / Y1:aufheben
Z    Z-1:spiegeln / Z1:aufheben
A    A-1:Spiegeln / A1:Aufheben
B    B-1:Spiegeln / B1:Aufheben
A4=  Maßfaktor
```

Modale Wörter
F, S, H, E..=
T1=, T2=,

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G92/G93 Achsendrehung

Hinweise und Verwendung

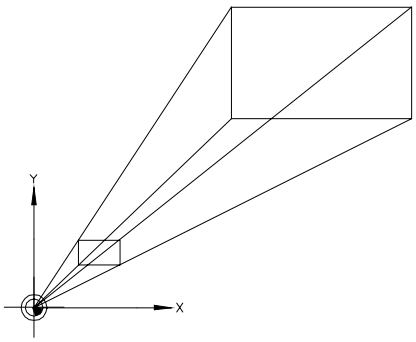
VERGRÖßERN/VERKLEINERN

PARAMETER A4= FÜR VERGRÖßERN/VERKLEINERN
Über eine Maschinenkonstante (MC714 und MC715) wird definiert, ob der Parameter A4= einen Faktor (Format 2.6) oder einen Prozentsatz (Format 3.4) darstellt.

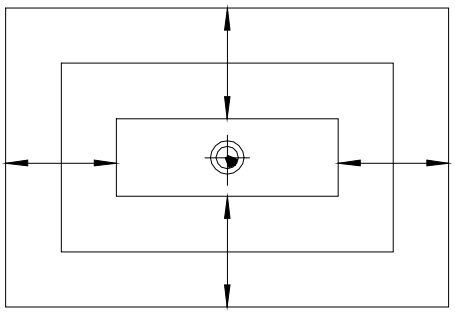
Das Format des Faktors wird über eine weitere Maschinenkonstante definiert.

Eine Erweiterung der Abmessungen um 1,25 % wird folgendermaßen programmiert:
- als Faktor : G73 A4=1.0125
- als Prozentsatz : G73 A4=101.25

GEOMETRISCHE MITTE DER KOORDINATENANORDNUNG



Vergrößern/Verkleinern um den Nullpunkt W



Vergrößern/Verkleinern um die geometrische Mitte

Die Funktion G73 benutzt den aktuellen Nullpunkt W als Ausgangspunkt. Nötigenfalls sollte dieser Punkt mittels einer G92/G93-Nullpunktverschiebung auf die geometrische Mitte der Koordinatenanordnung verschoben werden, und zwar vor der Vergrößerung/Verkleinerung. Dadurch wird erreicht, dass die Koordinaten symmetrisch um einen festen Punkt vergrößert/verkleinert werden, dessen Position nicht verändert wird.

PROGRAMMIERTE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN (G92/G93)

Soll eine Anordnung von Koordinaten vergrößert/verkleinert werden, deren Nullpunkte mittels G92/G93 verschoben sind, so werden auch diese Nullpunktverschiebungen vergrößert/verkleinert.

G51...G59-NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN

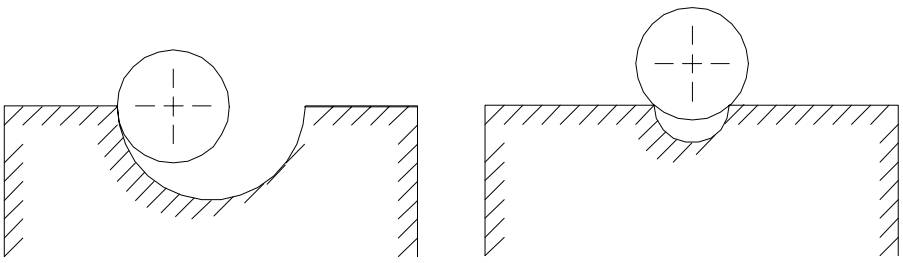
Die Nullpunktverschiebungen G51...G59 bleiben beim Vergrößern/Verkleinern unverändert.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN DER WERKZEUGACHSE

Über die Maschinenkonstante für den Faktor (MC714) wird definiert, ob Vergrößern/Verkleinern nur für die Achsenkoordinaten in der Hauptebene oder auch für die Werkzeugachse gilt.

WERKZEUGABMESSUNGEN

Beim Vergrößern/Verkleinern in der Werkzeugachse bleibt die Werkzeuglänge unverändert. Dies gilt auch für den Werkzeugdurchmesser.



Vor Vergrößern/Verkleinern

Nach Vergrößern/Verkleinern - Werkzeug ist zu groß

Beim Vergrößern/Verkleinern muss der Programmierer bestimmen, ob der Durchmesser des vorhandenen Werkzeuges für die einzelnen Abmessungen geeignet ist.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN LÖSCHEN

Vergrößern/Verkleinern wird gelöscht durch:

- G72 (auch Spiegeln wird gelöscht, sofern diese Funktion ansteht)
- Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder M30
  (Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln werden beide gelöscht)
- G73 und den Maßstabfaktor: A4=1 bzw. A4=100

SPIEGELN

VORZEICHENWECHSEL

Spiegeln um die Y-Achse in z.B. der XY-Ebene bedeutet, dass das Vorzeichen der X-Koordinate umgekehrt wird, d.h. +X wird zu -X und vice versa (Vorzeichenwechsel).
Wenngleich Spiegeln einer Drehachse nicht möglich ist, kann ihr Vorzeichen umgekehrt werden, d.h. +B wird zu -B.

EBENENAUSWAHL

Spiegeln ist nur in der Hauptebene von Bedeutung
G17 wirksam:

X-1	:	Spiegeln um die Y-Achse
Y-1	:	Spiegeln um die X-Achse
Z-1	:	Vorzeichenwechsel in der Werkzeugachse

G18 wirksam:

X-1	:	Spiegeln um die Z-Achse
Z-1	:	Spiegeln um die X-Achse
Y-1	:	Vorzeichenwechsel in der Werkzeugachse

G19 wirksam:

Y-1	:	Spiegeln um die Z-Achse
Z-1	:	Spiegeln um die Y-Achse
X-1	:	Vorzeichenwechsel in der Werkzeugachse

SPIEGELN VON KREISBEWEGUNGEN

Beim Spiegeln einer Kreisbewegung in einer Achse wird die Drehrichtung umgekehrt, d.h. G2 wird zu G3 bzw. G3 wird zu G2. Die Bewegungsrichtung des Werkzeuges auf dem Kreisbogen ist dann immer richtig.

WERKZEUGRADIUSKORREKTUR

Beim Spiegeln in einer Achse wird die Werkzeugradiuskorrektur automatisch gewechselt, beispielsweise von G41 auf G42. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass aus den programmierten Koordinaten die genaue Radiuskorrektur errechnet wird.

PROGRAMMIERTE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN (G92/G93)

Soll eine Anordnung von Koordinaten gespiegelt werden, deren Nullpunkte mittels G92/G93 verschoben sind, so werden auch diese Nullpunktverschiebungen gespiegelt.

G51...G59-NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN

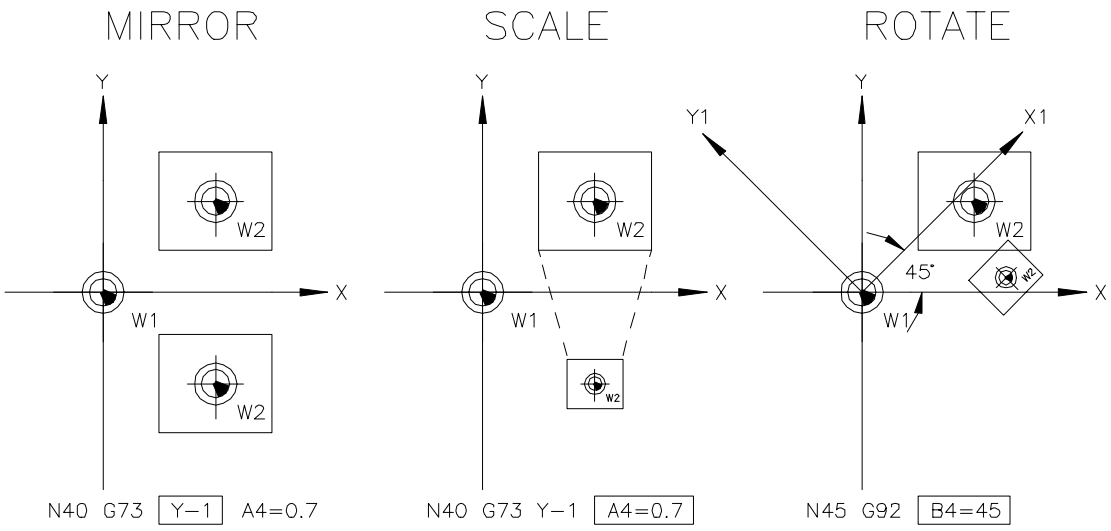
Die Nullpunktverschiebungen G51...G59 bleiben beim Spiegeln unverändert.

SPINDELDREHUNG

Beim Spiegeln wird die Spindeldrehrichtung nicht umgekehrt. Dieser Tatsache sollte bei der Entscheidung welche Achsenkoordinaten gespiegelt werden müssen, berücksichtigt werden.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN, SPIEGELN UND ACHSENDREHUNG

Eine Anordnung von Achsenkoordinaten kann mit einer Kombination aus den Funktionen G73, G92/G93 und dem Wort B4= vergrößert/verkleinert, gespiegelt und gedreht werden.



SPIEGELN SKALIEREN ROTIEREN

SPIEGELN LÖSCHEN

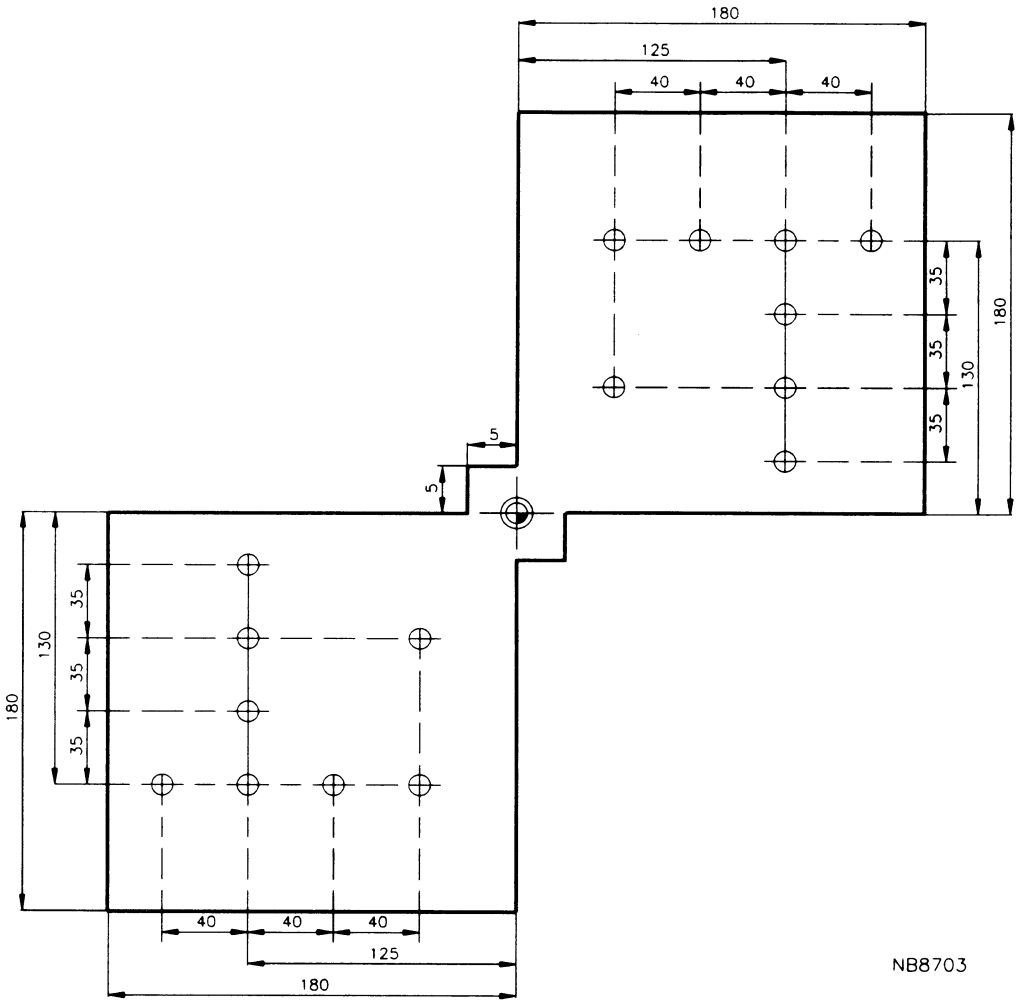
Spiegeln wird gelöscht durch:

- G72 (auch Vergrößern/Verkleinern wird gelöscht, sofern diese Funktion ansteht)
- Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder M30
  (Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln werden beide gelöscht)
- G73 und das positive Vorzeichen der gespiegelten Achse.

  X-1, zum Beispiel, wird durch X+1 gelöscht.

Beispiel

Spiegeln




```
N7273           (SPIEGELN EINER TASCHE)
N1 G17
N2 G54
N3 S1000 T1 M6 (Fräser R4)
N4 G0 X-5 Y10 Z10 F700 M3
N5 G1 Z-15
N6 G43 Y5
N7 G41
N8 G1 X0
N9 G1 Y180
N10 G1 X180
N11 G1 Y0
N12 G1 X5
N13 G1 Y-10
N14 G40
N15 G1 Z10
N16 G73 X-1 Y-1
N17 G14 N1=4 N2=15
N18 G72
N19 S100 T2 M6 (Bohrer R4)
N20 G81 Y10 Z-20 F200 M3
```

```
N21 G79 X125 Y25
N22 G79 Y60
N23 G79 Y95
N24 G79 Y130
N25 G79 X165
N26 G79 X85
N27 G79 X45
N28 G79 Y60
N29 G73 X-1 Y-1
N30 G14 N1=21 N2=28
N31 G72
N32 G0 Z200
N33 M30
```

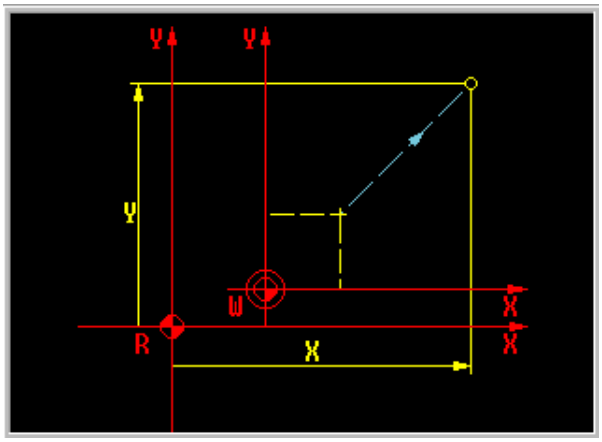
Erläuterung:

N1	:	Bearbeitungsebene XY.
N2	:	Nullpunktverschiebung aktivieren.
N3	:	Werkzeug 1 einwechseln.
N4	:	Positionieren im Eilgang.
N5	:	Auf bearbeitungstiefe fahren.
N6	:	Werkzeugradiuskorrektur bis Endpunkt.
N7	:	Werkzeugradiuskorrektur links.
N8-N13	:	Werkstück bearbeiten.
N14	:	Werkzeugradiuskorrektur löschen.
N15	:	Werkzeug Freihafen.
N16	:	Koordinaten um X- und Y-Achse spiegeln.
N17	:	Wiederholung der Sätze 4-15.
N18	:	Spiegeln löschen.
N19	:	Werkzeug 2 einwechseln.
N20	:	Bohrzyklus definieren.
N21-N28	:	Zyklusaufruf.
N29	:	Koordinaten um X- und Y-Achse spiegeln.
N30	:	Wiederholung der Sätze 21-28.
N31	:	Spiegeln löschen.
N32	:	Werkzeug Freihafen.
N33		Programm-Ende.

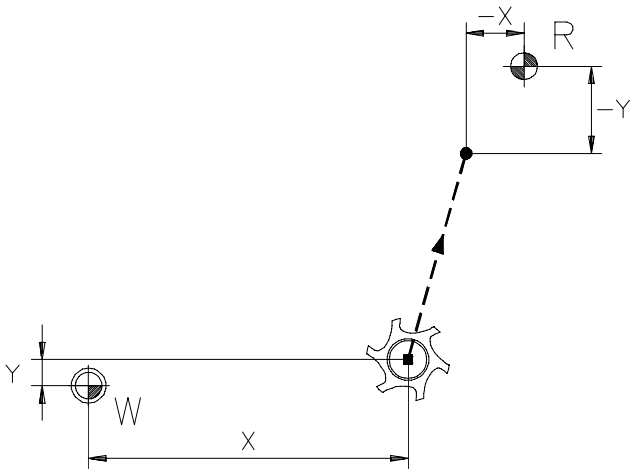
5.36 G74 Absolutposition

Zweck

Verfahren im Eilgang auf eine Position, deren Koordinaten sich auf den maschinenfesten Referenzpunkt R oder auf Maschinenpositionen beziehen.



Format



N... G74 X.. Y.. Z.. {X1=..} {Y1=..} {Z1=..} {K...} {L...} {K2=...)]

Parameter

G	Absolutposition
X	Endpunktkoordinate
Y	Endpunktkoordinate
Z	Endpunktkoordinate
A	Endwinkel
B	Endwinkel
K	0=Genauhalt,1=Verschl.,2=MC/K2=
L	0=mit WZ-Länge, 1=ohne WZ-Länge
X1=	Absolutposition MC (1-18)
Y1=	Absolutposition MC (1-18)
Z1=	Absolutposition MC (1-18)
A1=	Absolutposition MC (1-18)
B1=	Absolutposition MC (1-18)
K2=	Inpoc Fenster (0: MC, 1-32767 µm)

Modale Wörter
F, S, E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G0

Hinweise und Verwendung

ANWENDUNG

Die Funktion G74 wird vorwiegend in Programmierzyklen für Werkzeugwechsler, Palettenstationen und dergleichen angewendet, und zwar dann, wenn die programmierten Koordinaten unabhängig von den zum Definieren der Werkstückbearbeitung verwendeten Koordinaten sein sollen.

Hinweis: Die Eingabe der Absolutposition mit den Adressen X1=.., Y1=.., K2=.. usw. wird für Installationszwecke verwendet!

ENDPUNKTKOORDINATE

Die Endpunktkoordinaten können auf zwei Methoden festgelegt werden.

1) X100: Relative Position in bezug auf den Referenzpunkt.
2) X100 X1=2: Relative Position in bezug auf die Absolutposition der Maschinenkonstante MC3146.

   Für die erste Achse können die Maschinenpositionen 1 bis 10 in den Maschinenkonstanten MC3145 -- MC3154 festgelegt werden. Für die zweite Achse im MC3245 -- MC3254 usw.
   Ist der Wert in der verwendeten Maschinenkonstante Null, wird keine Fahrbewegung ausgeführt.

HALT ZWISCHEN DEN SÄTZEN (K-Wort)

Bei G74 erfolgt eine simultane Verfahrbewegung in allen programmierten Achsen. Die nächste Verfahrbewegung beginnt erst, wenn in allen Achsen die Sollposition erreicht ist. Der Bewegungsform wird bestimmt durch den K-wert::

K0: Es wird ein (Genau)-Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt, wie es bei Eilgangbewegungen üblich ist.
(K0 ist Einschaltstellung).

K1: Es wird kein Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt (verschleifen). Die nächste Bewegung fängt an, nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist.

K2: Es wird kein Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt. Die nächste Bewegung fängt an, nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist. Diese Position wird durch die Maschinenkonstante (MC136) (K2=0) oder durch die Fenstergröße (K2=...) für den Eckenfreigabeabstand definiert..

K2= Fenstergröße in mm (0-32.766 mm)

INKREMENTALE BEWEGUNGEN

Wird nach einer G74-Bewegung eine Inkrementelle Bewegung programmiert, so beziehen sich die Koordinaten auf die im G74-Satz angegebene Position.

WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR

Im allgemeinen wird bei G74 Werkzeuglängenkorrektur angewendet (L0 ist Einschaltstellung). Für keine Werkzeuglängenkorrektur muss L1 programmiert werden.

RADIUSKORREKTUR

Vor Aktivierung der G74-Funktion muss die Radiuskorrektur (G41...G44) gelöscht werden.

GEOMETRIEFUNKTION

Bei G74 darf die Geometriefunktion G64 nicht aktiv sein.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG

Die wirksame Nullpunktverschiebung wird für den G74-Satz ignoriert.

ACHSENDREHUNG UND VERGRÖßERN/VERKLEINERN

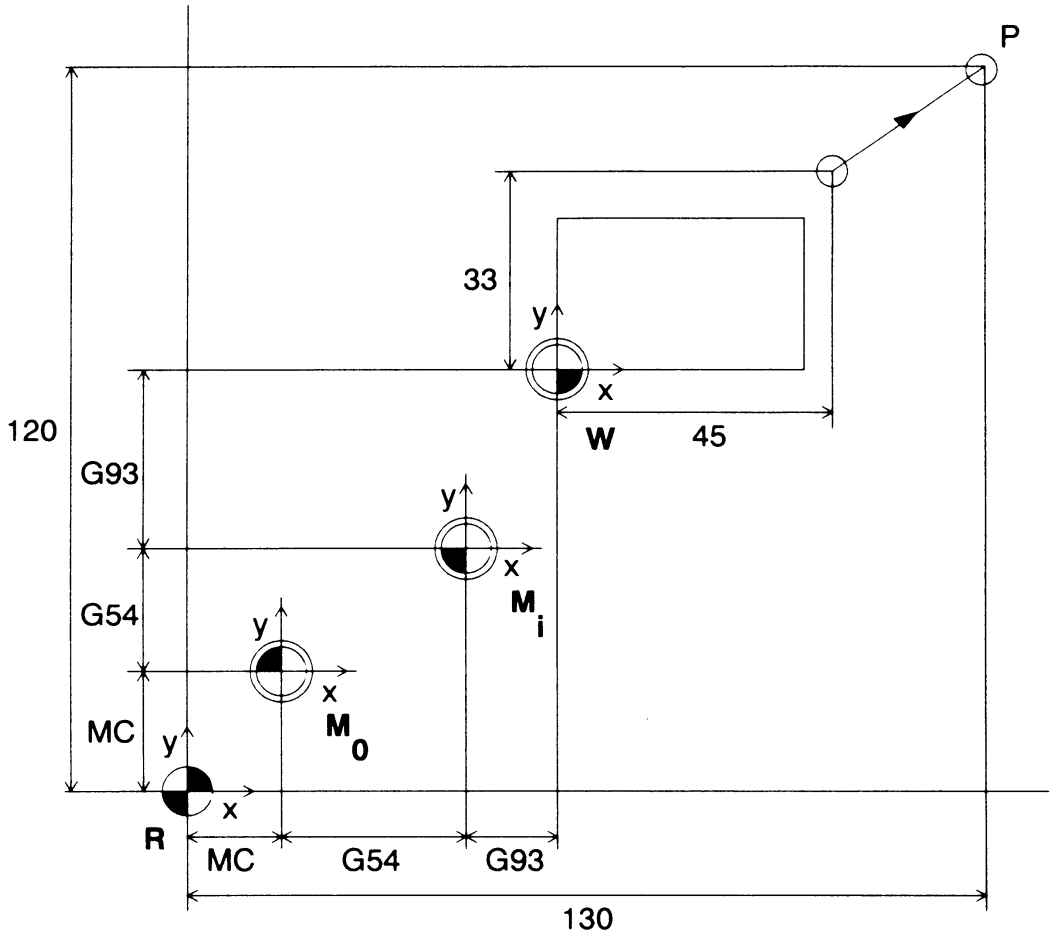
Die programmierte G74-Position bleibt bei einer Achsendrehung oder Vergrößern/Verkleinern unverändert.

NACH AUSFÜHRUNG EINES G74-SATZES

Nach einem G74-Satz werden sämtliche Nullpunkte sowie die Werkzeuglängenkorrektur (falls unterdrückt) wieder wirksam.

Die Verfahrbewegung unmittelbar vor G74 muss mit G0 oder G1 programmiert werden. Die Verfahrbewegung unmittelbar nach G74 wird automatisch mit der gleichen G-Funktion ausgeführt.

Beispiel



NB7980

Die Koordinaten von P bezogen auf R sind bekannt. P wird folgendermaßen programmiert:

...
N10 G0 X45 Y33
N11 G74 X130 Y120
...

Beispielsatz:
N20 G74 X100 X1=1 Y123.456 Z1=10 K2 K2=25.2

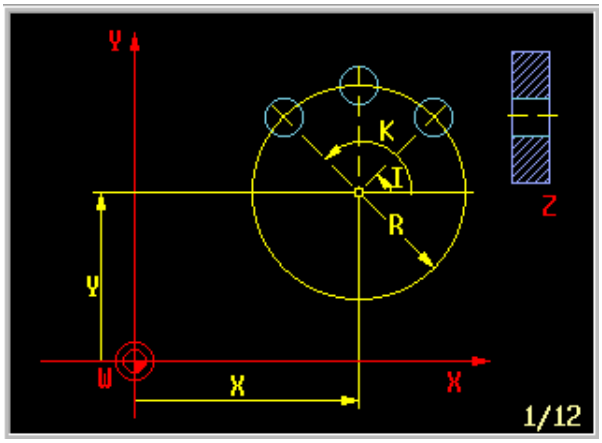
X100 X1=1	Relative Position in bezug auf die Absolutposition der Maschinenkonstante (MC3145).
Y123.456	Relative Position in bezug auf den Referenzpunkt.
Z1=10 (Z0)	Absolute Position dir Maschinenkonstante (MC3354).
K2	Es wird kein Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt. Die nächste Bewegung fängt an, nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist. Diese Position wird durch die Fenstergröße (K2=...) für den Eckenfreigabeabstand definiert.

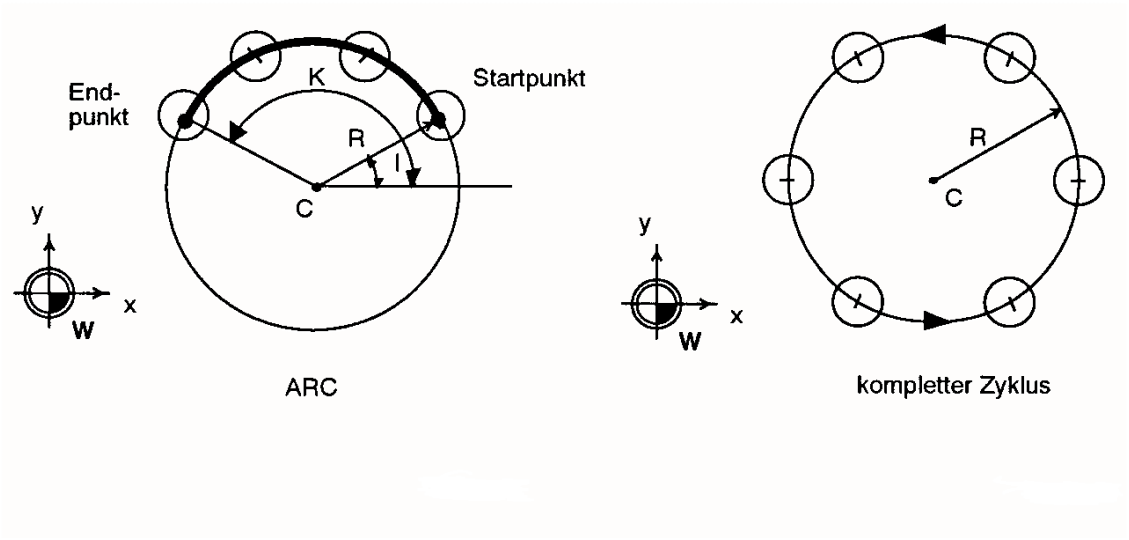
K2= Fenstergröße in mm

5.37 G77 Lochkreiszyklus

Zweck

Ausführen eines Festzyklus an Punkten, die sich in gleichbleibendem Abstand auf einem Kreisbogen oder Vollkreis befinden.





KREISBOGEN VOLLKREIS

Format

Punkte auf einen Bogen
N... G77 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... J...{I..}. {K..}.

Punkte auf einen Vollkreis
N... G77 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... J... {I...}

Parameter

G	Lochkreiszyklus
X	Lochkreismittelpunkt
Y	Lochkreismittelpunkt
Z	Lochkreismittelpunkt
A	Endwinkel
B	Endwinkel
I	Anfangswinkel zum ersten Punkt
J	Anzahl der Punkte
K	Endwinkel zum letzten Punkt
R	Lochkreisradius
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
?90=	Mittelpunkt abs. (X,Y,Z..)
?91=	Mittelpunkt inkr. (X,Y,Z..)

L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge
P1=	Punktnr. von Lochkreismittelpunkt

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G79, G81, G83-G89

Hinweise und Verwendung

I-WINKEL

Minimaler Winkel - 360 Grad; maximaler Winkel + 360 Grad.

K-WINKEL

Minimaler Winkel 0 Grad; maximaler Winkel + 360 Grad.
Der Winkel wird programmiert in Grad und Dezimal Teile von Grad in Schritte von .001 Grad.

RICHTUNG

Wenn I-K größer ist als Null, sind die Löcher in CW Richtung.
Wenn I-K kleiner ist als Null, sind die Löcher in CCW Richtung.

GEDREHTE TASCHE ODER NUTE-

Eine vordefinierte Tasche oder Nute (G87 bzw. G88) kann um einen Winkel gedreht werden. Die Drehmitte ist der Punkt, der im G77-Satz zum Programmieren der Taschen- bzw. Nutenlage verwendet wird.

Der Winkel wird programmiert mit das Word B1= in Grad und Dezimal Teile davon und zwischen - 360° bis 360°.

Der Winkel wird gemessen in bezug auf die X-Achse (G17 und G18) oder der Z-Achse (G19).

Daraus ergeben sich drei Möglichkeiten:

1. B1= - Adresse nicht im G77-Satz enthalten
   In diesem Fall verlaufen die Taschen- oder Nutenseiten parallel zu den Hauptachsen.

2. B1=0 im G77-Satz
   In diesem Fall ist die Achse jeder Tasche oder Nute radial, d.h. sie liegt in der Richtung des Radius vom Kreismittelpunkt zum Punkt auf dem Kreis. (Siehe Programmbeispiel 3).

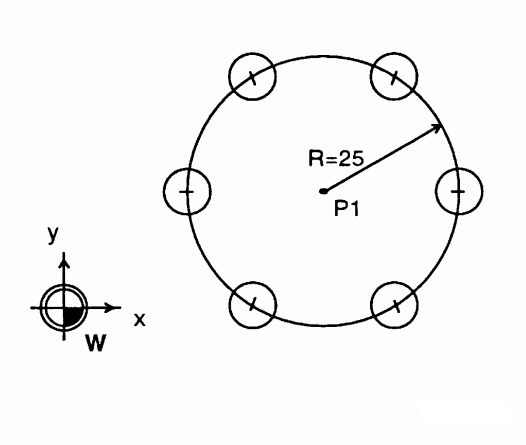
3. B1<>0 im G77-Satz

In diesem Fall gibt B1=.. den Winkel an, der die Tasche bzw. Nute mit dem Radius zur Taschenmitte bildet. (Siehe Programmbeispiel 4).

Hinweis: Die Adresse B1= im G77-Satz hat zwei Bedeutungen. Sie stellt den Winkel für das Drehen einer Tasche bzw. Nute dar, oder die Lage des Kreismittelpunktes (B1= mit L1=, oder X/Y mit B1=).

Beispiele

BEISPIEL 1 Zyklus auf einem Vollkreis

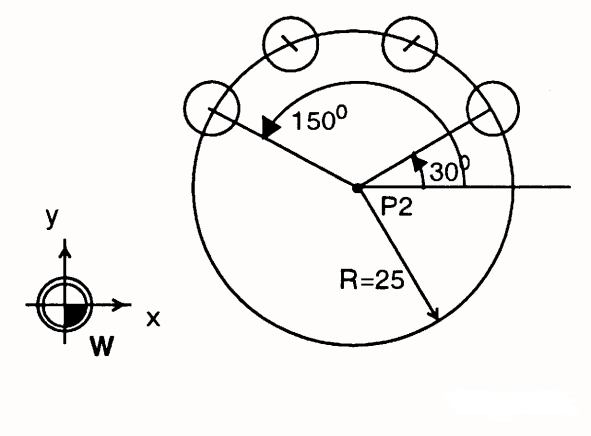


N30 G78 P1 X... Y... Z...
N40 T1 M6
N50 G81 Y1 Z-10 F100 S1000 M3
N60 G77 P1 R25 I0 J6

Erläuterung:

N30: Definition of Kreismittelpunkt (P1)
N40: Werkzeug 1 einwechseln (Bohrer)
N50 : Zyklus definieren
N60 : Zyklus sechsmal auf dem Vollkreis wiederholen

BEISPIEL 2 Zyklus auf einem Kreisbogen

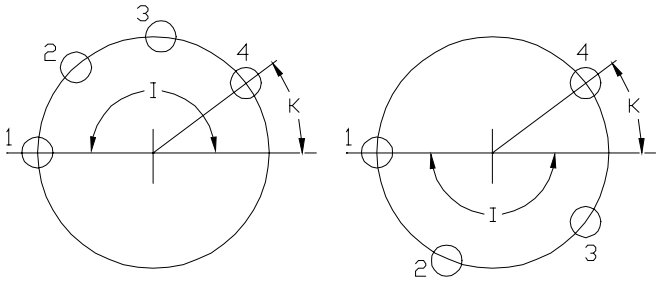


N30 G78 P2 X... Y... Z...
N40 T1 M6
N50 G81 Y1 Z-10 F100 S1000 M3
N60 G77 P2 R25 I30 K150 J4

Erläuterung:

N30: Definition ob Kreismittelpunkt (P2)
N40: Werkzeug 1 einwechseln (Bohrer)
N50 : Zyklus definieren
N60 : Zyklus viermal auf dem Kreisbogen wiederholen; Anfang bei 30 Grad, Ende bei 150 Grad.

BEISPIEL 3 Richtung der Bohrungen auf einem Kreisbogen



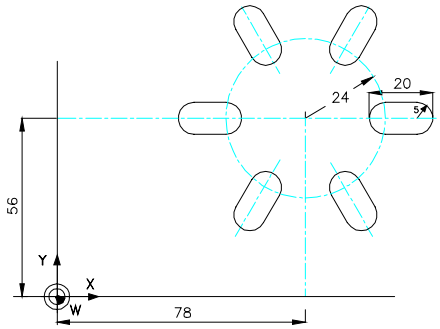
I = 180
I-K > 0 CW

I = -180
I-K < 0 CCW

N50 G81 Y1 Z-10 F100 S1000 M3
N60 G77 X0 Y0 Z0 R25 **I180 K30** J4
N70 G77 X0 Y0 Z0 R25 **I-180 K30** J4

Erläuterung:
N50 : Zyklus definieren
N60 : Zyklus viermal auf dem Kreisbogen wiederholen; Anfang bei 180 Grad, Ende bei 30 Grad im Uhrzeigersinn (CW).
N70 : Zyklus viermal auf dem Kreisbogen wiederholen; Anfang bei -180 Grad, Ende bei 30 Grad im Gegenuhrzeigersinn (CCW).

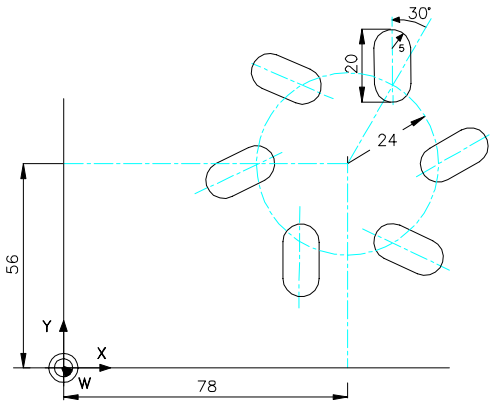
BEISPIEL 4 Radiale Nuten



N60 T1 M6
N65 G88 X20 Y10 Z-10 B1 F100 S1000 M3
N70 G77 X78 Y56 Z0 R24 I0 J6 B1=0

Erläuterung:
N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Fräser mit Radius von 4.8 mm)
N65 : Nute definieren, als verliefen die Seiten parallel zu den X- und Y-Achsen
N70 : Die radialen Nuten werden gefräst. Der Satz enthält:
- den Mittelpunkt und Radius des Lochkreises (X78, Y56, Z0, R24),
- den Winkel, den der Radius des ersten Punktes mit der X-Achse bildet (I),
- die Anzahl der Bohrungen auf dem Kreis (J),
-B1=0 zur Angabe, dass es sich um radiale Nuten handelt.

BEISPIEL 5
Gedrehte Nuten



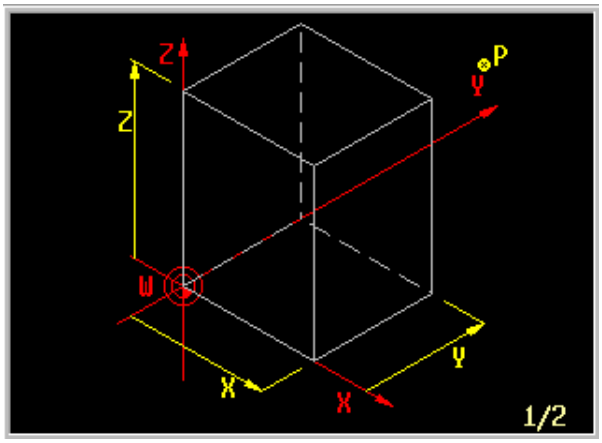
N60 T1 M6
N65 G88 X20 Y10 Z-10 B1 F100 S1000 M3
N70 G77 X78 Y56 Z0 R24 I0 J6 B1=30

Erläuterung:
N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Fräser mit Radius von 4.8 mm)
N65 : Nute definieren, als verliefen die Seiten parallel zu den X- und Y-Achsen
N70 : Die gedrehte Nuten werden gefräst. Für eine Erläuterung der Adressen siehe das vorherige Beispiel.
Im Vergleich zu Beispiel 3 hat nur die Adresse B1= einen anderen Wert.

5.38 G78 Punktedefinition

Zweck

Die Koordinaten eines Punktes einmalig in einem Programm definieren. Für eine Verfahrbewegung zu einem Punkt braucht lediglich die Punktenummer programmiert zu werden, und nicht dessen Koordinaten.



Format

N... G78 P... [Punktekoordinaten]

Parameter

G	Punktedefinition
X	Punktkoordinate
Y	Punktkoordinate
Z	Punktkoordinate
A	Punktwinkel
B	Punktwinkel
P	Punktedefinitionsnummer
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge

Modale Wörter
E...=

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3, G45, G46, G77, G79, G92/G93, G145

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

KOORDINATEN

Es können nur kartesische Koordinaten relativ zum aktiven Programmnullpunkt W oder Polarkoordinaten (B2=.., L2=..) in der Hauptebene verwendet werden.

G-FUNKTIONEN BEI VORDEFINIERTEN PUNKTEN

Die Programmsätze mit den Funktionen G2/G3, G77, G92 und G93 können nur einen einzigen definierten Punkt enthalten.

Die Programmsätze mit den Funktionen G0, G1 und G79 können bis zu vier definierte Punkte enthalten.

VERWENDUNG EINES VORDEFINIERTEN PUNKTES

Das Format für die Verwendung eines vordefinierten Punktes lautet:
N... G... P..., worin P... die Nummer des Punktes im Punktespeicher ist.

Weitere Formate sind möglich:

N... G79 P4=2 P2=10 P3=1 P1=5
N... G79 P1=E5 P2=E1

Die P-Adresse kann auch mit Index programmiert werden. Der Indexwert gibt die Priorität für die Reihenfolge der Abarbeitung an. Es stehen Indexzahlen von 1-4 zur Verfügung (1=höchste Priorität, 4=niedrigste Priorität). Die Eingabe nach dem Gleichheitszeichen ist die Nummer des Punktes im Punktespeicher.
Eine weiter Möglichkeit ist, die Punktedefinition parametrisiert einzugeben, wobei der Index wieder die Priorität setzt.

PUNKTESPEICHER

Im Punktespeicher der CNC können bis zu 255 definierte Punkte abgelegt werden. Die Maximalzahl wird über eine Maschinenkonstante (MC82) definiert.

LÖSCHEN

Die Koordinaten eines definierten Punktes bleiben wirksam bis:
- der Punkt durch einen anderen G78-Satz neu definiert wird
- der Punktespeicher geändert oder durch den Bediener gelöscht wird
- ein Datenträger mit definierten Punkten eingelesen wird.

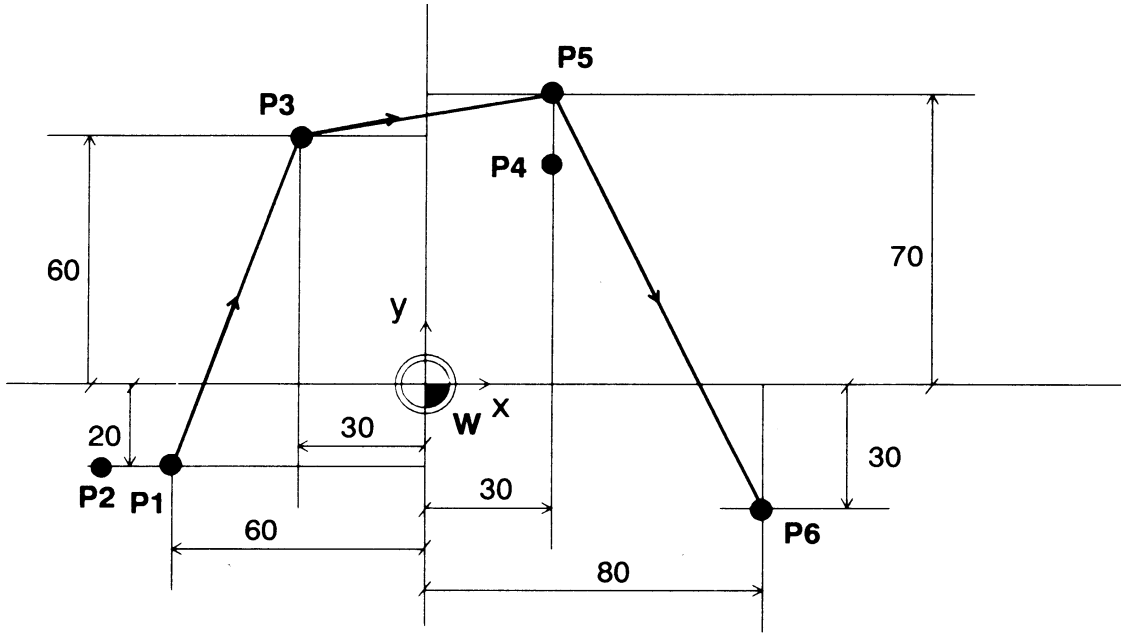
Der Punktespeicher wird nicht durch CNC rücksetzen beeinträchtigt.

EINSCHRÄNKUNGEN

In einem G78-Satz kann jeweils nur ein Punkt spezifiziert werden. Weitere Wörter sind nicht zulässig.

Beispiele

BEISPIEL 1.



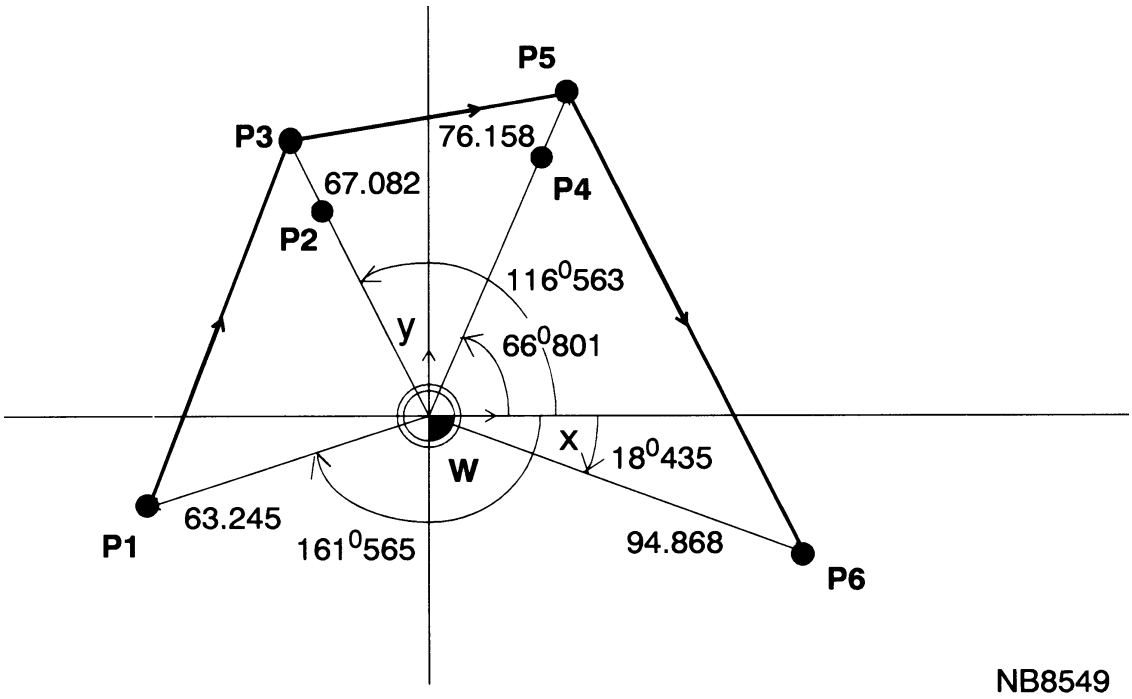
NB8548

```
...
N10 G78 P1 X-60 Y-20
N11 G78 P2 X-70 Y-20
N12 G78 P3 X-30 Y60
N13 G78 P4 X30 Y50
N14 G78 P5 X30 Y70
N15 G78 P6 X80 Y-30
:
N90 G0 P1=1
N91 G1 P1=3 P2=5 P3=6 F1000
```

Erläuterung:

N10-N15	:	Die Punkte werden definiert
N90	:	Werkzeug im Eilgang auf die durch P1 definierte Position fahren
N91	:	Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf P3, dann auf P5 und zum Schluss auf P6 fahren

BEISPIEL 2. Verwendung von Polarkoordinaten




```
:
N10 G78 P1 B2= -161.565 L2= 63.245
N11 G78 P2 B2=  116.563 L2= 65
N12 G78 P3 B2=  116.563 L2= 67.082
N13 G78 P4 B2=   66.801 L2= 72
N14 G78 P5 B2=   66.801 L2= 76.158
N15 G78 P6 B2= - 18.435 L2= 94.868
:
N90 G0 P1=1
N91 G1 P1=3 P2=5 P3=6 F1000
```

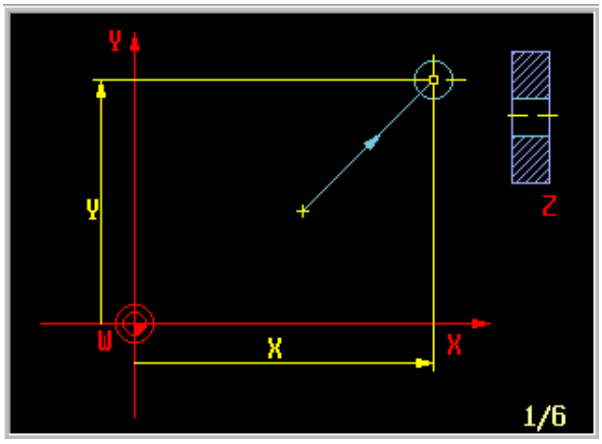
Erläuterung:

N10-N15	:	Die Punkte werden definiert
N90	:	Werkzeug in Eilgang auf die durch P1 definierte Position fahren
N91	:	Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf P3, dann auf P5 und zum Schluss auf P6 fahren

5.39 G79 Zyklusaufruf

Zweck

Aufrufen von Festzyklen, zum Ausführen von Bohrarbeiten (G81, G83 bis G86) oder Fräsarbeiten (G87 bis G89) an programmierten Positionen.



Format

N... G79 [Achsenkoordinaten] {B1=...}

Parameter

G	Zyklusaufruf
X	Punktkoordinate
Y	Punktkoordinate
Z	Punktkoordinate
A	Punktwinkel
B	Punktwinkel
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
?90=	Punkt abs. (X,Y,Z..)
?91=	Punkt inkr. (X,Y,Z..)
L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer
P2=	Punktedefinitionsnummer

P3=	Punktedefinitionsnummer
P4=	Punktedefinitionsnummer

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Zugehörige Funktionen

G77, G81, G83...G89

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSFÜHRUNG DER DEFINIERTEN FESTZYKLEN

Die Positionen an denen ein vordefinierter Festzyklus ausgeführt werden soll, werden in den auf die Festzyklusdefinition folgenden G79-Sätzen programmiert.

Ein Festzyklus für Bohrarbeiten (G81, G83...G86) wird ausgeführt in der Werkzeugachse, der senkrecht zu der mit der jeweiligen G-Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18, G19) definierten Hauptebene angeordnet ist.

Ein fester Fräszyklus wird in der mit der jeweiligen G-Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18, G19) definierten Hauptebene ausgeführt.

Der erste auf einen definierten Festzyklus folgende G79-Satz muss eine Werkzeugachsenkoordinate enthalten.

Die Richtung der Bohrarbeiten wird im Satz mit dem Festzyklus durch das Vorzeichen des Z-Wortes programmiert, mit dem die Gesamttiefe angegeben wird.

POSITIONIERLOGIK

Mit der Positionierlogik der CNC lässt sich die Möglichkeit einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück verringern. Für Einzelheiten über die Positionierlogik siehe die Beschreibung der Funktion G0.

Der Programmierer sollte darauf achten, dass das Werkzeug nicht mit irgendeiner Werkstückspannvorrichtung kollidieren kann.

SPINDELDREHUNG

Wenn beim Aufruf eines G79-Satzes die Spindel nicht dreht, so wird eine Fehlermeldung ausgelöst und die Programmausführung gestoppt.

RADIUSKORREKTUR

Beim Aufruf eines G79-Satzes muss die Radiuskorrektur ausgesetzt werden (G40 muss aktiv sein).

Soll nach einem G79-Satz die Radiuskorrektur wieder wirksam sein, ist die zutreffende G-Funktion aus der Reihe G40...G44 zu programmieren.

GEDREHTE TASCHE BZW. NUTE (B1=)

Eine vordefinierte Tasche oder Nute (G87 bzw. G88) kann um einen Winkel gedreht werden. Die Drehmitte ist der Punkt, der im G79-Satz zum Programmieren der Taschen- bzw. Nutenlage verwendet wird.

Der Winkel wird mit dem Wort B1= in Grad und Bruchteilen von Grad programmiert, und liegt im Bereich - 360 bis 360.

Der Winkel wird in bezug auf die X-Achse (G17 und G18) oder der -Z-Achse (G19) gemessen.

Ist B1=0 programmiert oder ist B1= überhaupt nicht programmiert, so wird die Tasche bzw. Nute achsparallel gefräst.

Hinweis: Das Wort B1= hat in einem G79-Satz zwei Bedeutungen. Es stellt entweder den Winkel für das Drehen einer Tasche bzw. Nute dar, oder es dient dazu, die Koordinaten (B1=, L1= oder X/Y, B1=) für die Lage der Taschenmitte zu programmieren.

FUNKTIONEN G0, G1, G2, G3 und G6

Die Funktionen G0, G1, G2, G3, und G6 werden durch einen G79-Satz ignoriert. Nach Ausführung des G79-Satzes ist die betreffende Funktion wieder wirksam.

WERKZEUG WEIST IN DER POSITIVEN RICHTUNG (G66/G67)

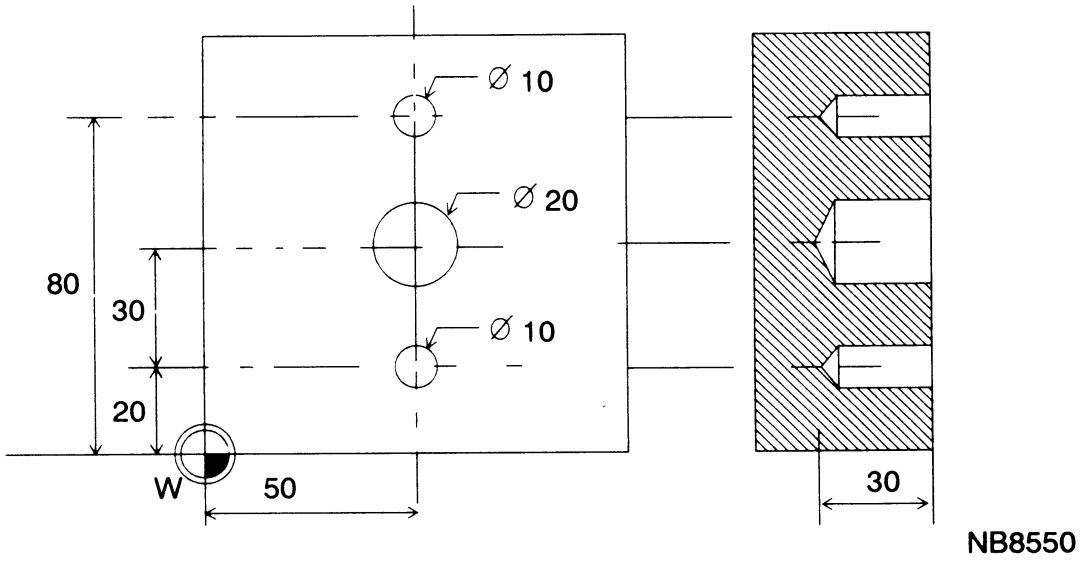
Wenn das Werkzeug in der positiven Richtung der Werkzeugachse weist (G67 wirksam), so muss die Tiefe für den Festzyklus mit einem positiven Vorzeichen (+) programmiert werden, um anzugeben, dass der Zyklus in der positiven Richtung der Werkzeugachse ausgeführt werden muss.

Bei Fräszyklen wird die Drehrichtung auf den Kreisbögen automatisch gewechselt.

Die mit dem J-Wort programmierte Bearbeitungsrichtung wird nicht automatisch gewechselt.

Beispiele

BEISPIEL 1 Drei Löcher sollen gebohrt werden

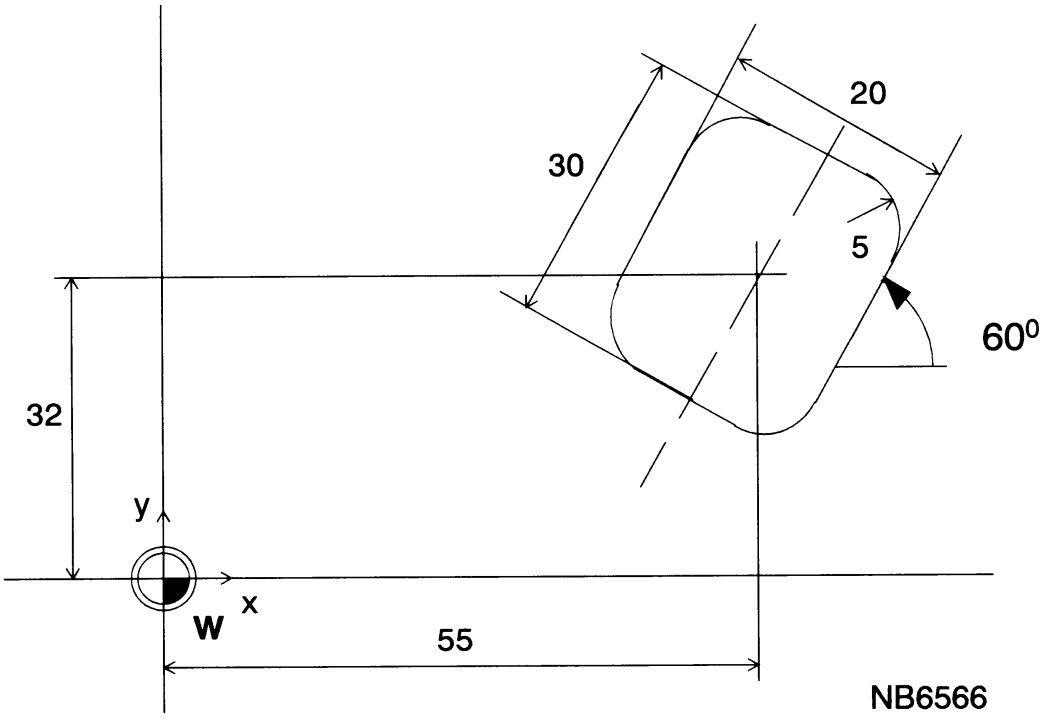



```
N50 G78 P1 X50 Y20 Z0
N55 G78 P2 X50 Y80 Z0
N60 T1 M6
N65 G81 Y1 Z-30 F100 S1000 M3
N70 G79 P1=1 P2=2
N75 T2 M6
N80 G79 X50 Y50 Z0
N90 M30
```

Erläuterung:

N50 : Punkt 1 definieren
N55 : Punkt 2 definieren
N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Bohrerdurchmesser 10 mm)
N65 : Bohrzyklus definieren und Spindel einschalten
N70 : Löcher an den Punkten 1 und 2 bohren
N75 : Werkzeug 2 einwechseln (Bohrerdurchmesser 20 mm)
N80 : Loch bohren
N90 : Programm-Ende

BEISPIEL 2 Gedrehte Tasche




```
:
N55 G17
N60 T1 M6
N65 G87 X30 Y20 Z-5 B1 R5 F100 S1000 M3
N70 G79 X55 Y32 Z0 B1=60
:
```

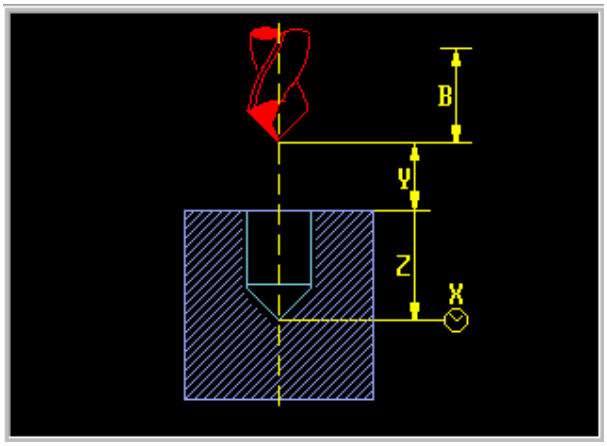
Erläuterung:

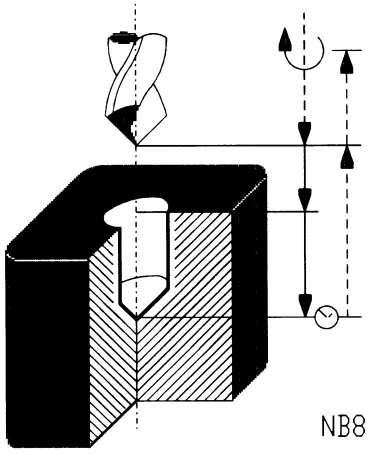
N55 : Hauptebene für die Tasche definieren
N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Fräserradius 4,5 mm)
N65 : Tasche definieren als verlaufen die Seiten parallel zu den X- und Y-Achsen
N70 : Tasche wird gefräst. Dieser Satz enthält die Taschenmitte (X55, Y32, Z0)und den Winkel (60°) der die Taschenachse mit der X-Achse bildet.

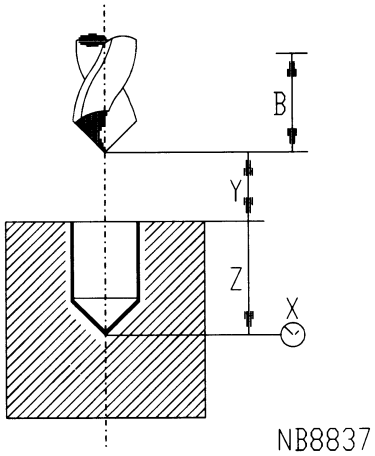
5.40 G81 Bohrzyklus

Zweck

Einen Bohrzyklus in einem einzigen Programmsatz definieren.







Format

N... G81 Z... {Y...} {X...} {B...}

Parameter

G	Bohrzyklus
X	Verweilzeit (s)
Y	Sicherheitsabstand
Z	Bohrtiefe
B	Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G83...G89

Hinweise und Verwendung

BEARBEITUNGSTIEFE (Z)

Letzte Bearbeitungstiefe, von der Oberfläche aus gemessen.
Das Vorzeichen des Z-Wortes gibt die Richtung der Bewegung auf Tiefe in der Werkzeugachse an:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzuaddiert. Dieser zusätzliche Abstand kann einen positiven oder negativen Wert darstellen.

Ist kein B-Wort programmiert worden, so erfolgt die Rückzugsbewegung auf einen Punkt, der um den Sicherheitsabstand über der Oberfläche liegt.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Nötigenfalls kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit : 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit : 900 s

Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.

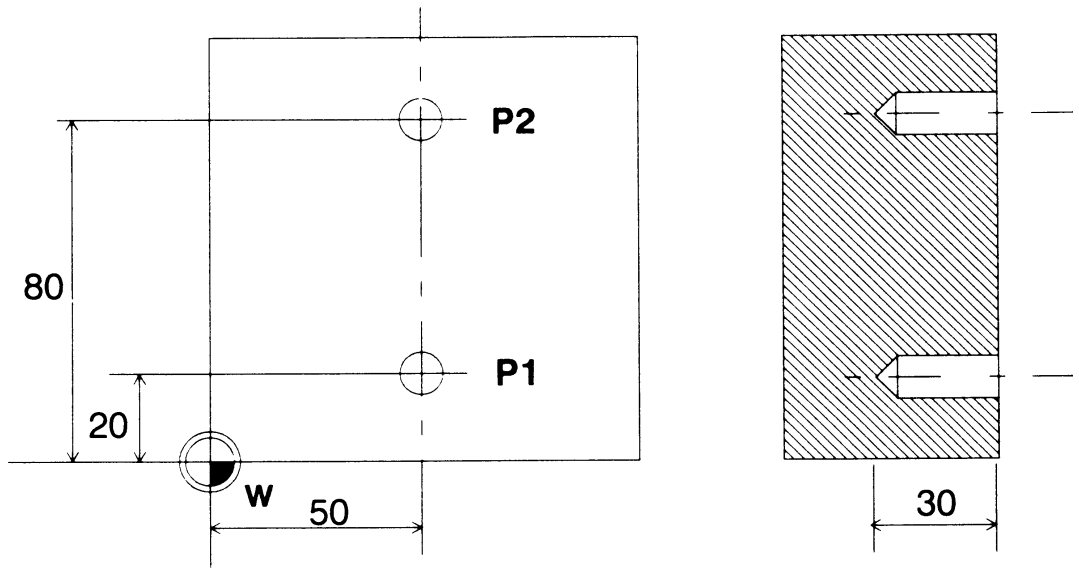
AUSFÜHRUNG

Ein definierter Festzyklus wird an den im G77- oder G79-Satz programmierten Positionen ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der mit der Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) angegebenen Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiel



NB8552

```
N50 G78 P1 X50 Y20 Z0
N55 G78 P2 X50 Y80 Z0
N60 G0 Z10 T1 M6
N65 G81 X1.5 Y1 Z-30 F100 S500 M3
N70 G79 P1 P2
```

Erläuterung

N50 : Punkt 1 definieren
N55 : Punkt 2 definieren
N60 : Werkzeug 1 einwechseln und von der Werkzeugwechselposition aus starten
N65 : Festen Bohrzyklus definieren und Spindel einschalten
N70 : Festzyklus an Punkt 1 und danach an Punkt 2 ausführen

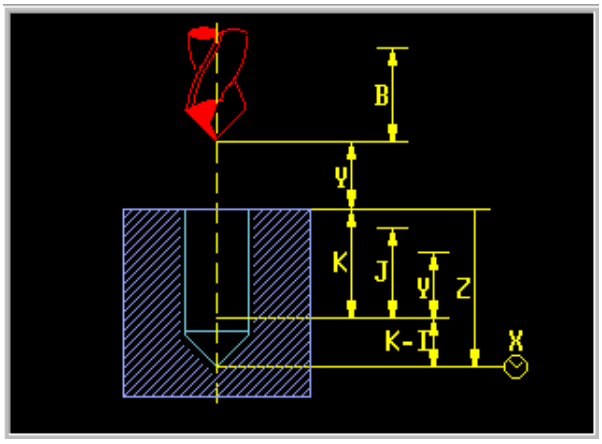
Festzyklusablauf:

- Bohrer fährt im Eilgang auf einen Punkt, der um den Sicherheitsabstand (Y-Wort von G81) über der Oberfläche liegt
- Zustellung des Bohrers auf Tiefe (Z-Wort von G81) mit programmiertem Vorschub
- Verweilzeit von 1,5 s
- Rückzug des Bohrers im Eilgang auf einen Punkt, der um den Sicherheitsabstand über der Oberfläche liegt.

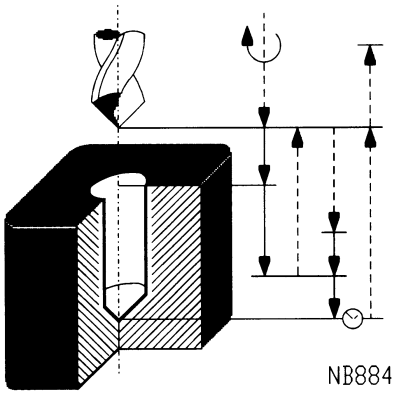
5.41 G83 Tieflochbohrzyklus

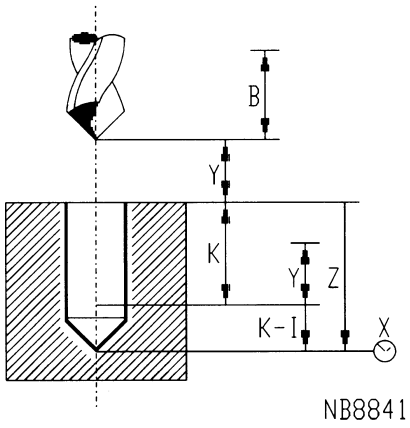
Zweck

Einen Tieflochbohrzyklus in einem Programmsatz programmieren.



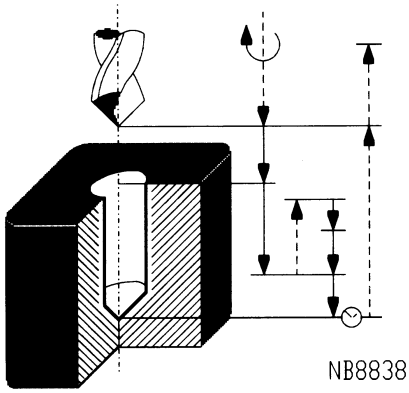
Format

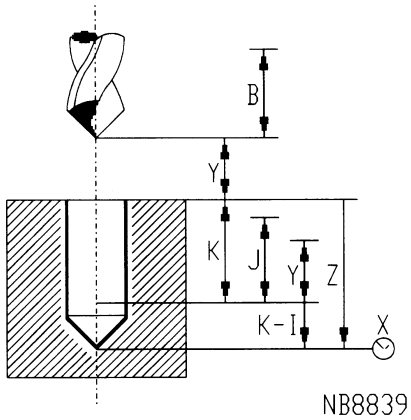




Werkzeugbewegungen, wenn J0 wirksam ist (Werkzeug wird auf Sicherheitsabstand Y zurückgezogen).

N... G83 Z... {Y...} {K...} J0 {I...} {X...} {B...}





Werkzeugbewegungen, wenn J>0 (Werkzeug verbleibt zwischen den Bearbeitungsschritten im Werkstück).

N... G83 Z... {Y...} {K...} {I...} {J...} {X...} {B...} {K1=}

Parameter

G	Tieflochbohrzyklus
X	Verweilzeit (s)
Y	Sicherheitsabstand
Z	Gesamte Bohrtiefe
B	Erhöhter Rückzugsabstand
I	Reduzierwert der Bohrtiefe
J	Rückzugsabstand nach Bohrschritt
K	Bohrtiefe für ersten Bohrschritt
K1=	Anzahl Zustellungen bis Ausspanen

Modale Parameter

F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

Modal

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G84...G89

Hinweise und Verwendung

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77-Funktion oder der G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

GESAMTTIEFE DER BOHRUNG (Z)

Bohrtiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung.

"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

BOHRTIEFE FÜR ERSTEN BOHRSCHRITT (K)

Im allgemeinen werden die Tieflochbohrarbeiten in mehreren Schritten ausgeführt. Die Zustelltiefe des ersten Bohrschrittes wird mit der K-Adresse programmiert.
Ist der K-Wert größer als die Gesamttiefe Z, so wird der Z-Wert verwendet. Die Bohrung wird somit in einem Schritt gebohrt.

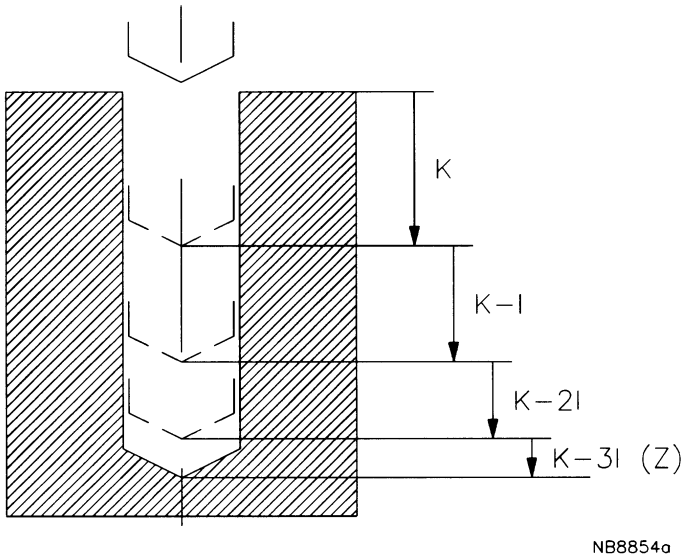
Das K-Wort ist vorzeichenlos.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Nötigenfalls kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit: 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit: 900 s

Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.



REDUZIERWERT DER BOHRTIEFE (I)

Wird die errechnete Zustelltiefe kleiner als der I-Wert, so wird der I-Wert verwendet. Die letzte Zustelltiefe kann kleiner sein als der I-Wert.
Das I-Wort ist vorzeichenlos.

Wenn I0 programmiert worden ist, so sind alle Zustelltiefen (möglicherweise mit Ausnahme der letzten Zustelltiefe) der Tiefe der ersten Zustellung gleich.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der erhöhte Rückzugsabstand B wird zum Sicherheitsabstand (Y-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden.
Ist keine B-Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

RÜCKZUGSABSTAND NACH BOHRSCHRITT (J)

Mit der J-Adresse wird angegeben, wie das Werkzeug nach jedem Bohrschritt zurückgezogen werden soll.

J0 : Das Werkzeug wird nach jedem Bohrschritt auf den Sicherheitsabstand zurückgezogen. (Einschaltstellung).

J>0: Das Werkzeug wird nach jedem Bohrschritt über den programmierbaren Rückzugsabstand zurückgezogen. Das Werkzeug bleibt dabei in der Bohrung, während die Späne gebrochen werden.

Das J-Wort ist vorzeichenlos.

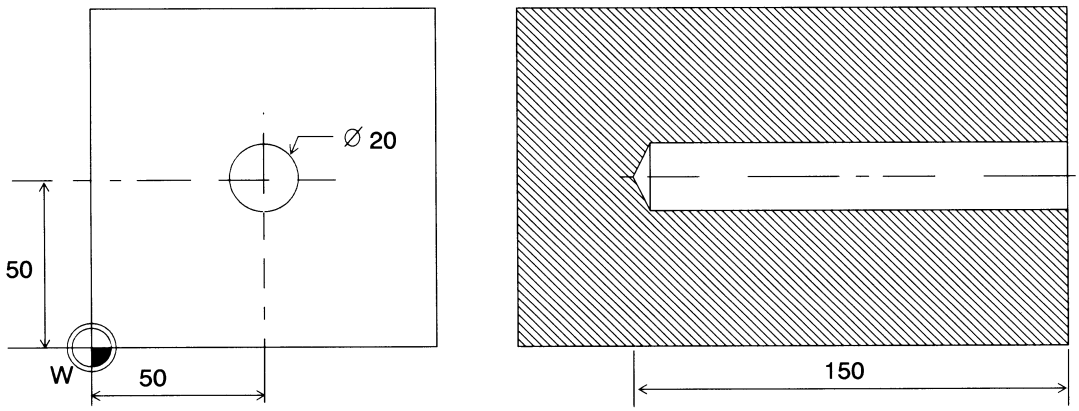
ANZAHL DER ZUSTELLUNGEN BIS ZUM AUSSPANEN (K1=)

Nach einer programmierten Anzahl von Vorschubbewegungen (z.B. K1=2, 3, 4 usw.) erfolgt ein Rückzug des Werkzeuges auf Sicherheitsabstand (Y-Adresse), zwecks Ausspanen.
Die K1-Adresse wirkt nur, wenn J>0 programmiert ist.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiel



NB8553

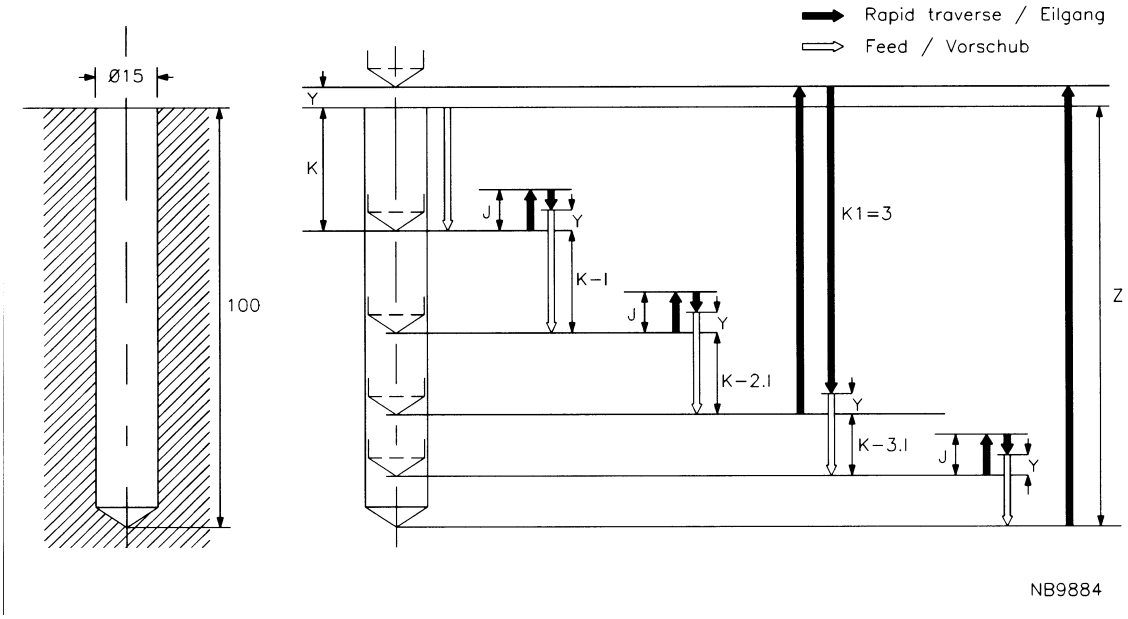
```
N5 T1 M6
N10 G83 Y4 Z-150 I2 J6 K20 F200 S500 M3
N20 G79 X50 Y50 Z0
```

Erläuterung:

N5 : Werkzeug 1 anwählen
N10 : Tieflochbohrzyklus definieren
N20 : Tieflochbohrzyklus aufrufen

Beispiel 2:

Es soll eine Bohrung (d=15, 100 tief) gebohrt werden. Nach der 3. Zustellung soll der Bohrer zum Ausspanen zurückgezogen werden.



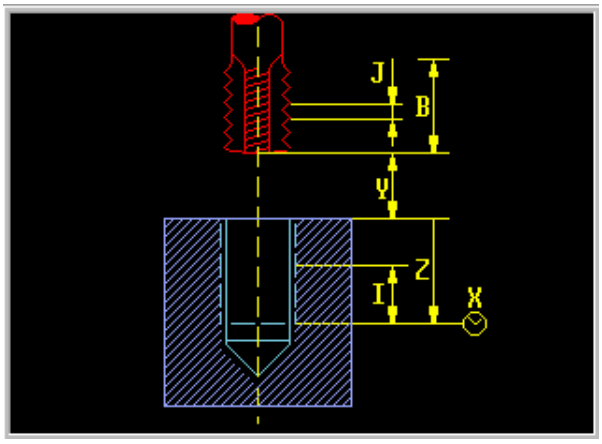
:
N.. G83 Y3 Z-100 I5 J6 K30 K1=3

G83	Tieflochbohrzyklus
Y3	Sicherheitsabstand 3 mm
Z-100	Tiefe der Bohrung 100 mm
I5	Reduzierwert der Bohrtiefe 5 mm
K30	Bohrtiefe für ersten Bohrschritt 30 mm. K-Wert wird bei jedem Bohrschritt um den I-Wert reduziert
K1=3	Nach jeder 3. Zustellbewegung soll der Bohrer zum Ausspanen auf den Sicherheitsabstand (Y) außerhalb der Bohrung fahren.

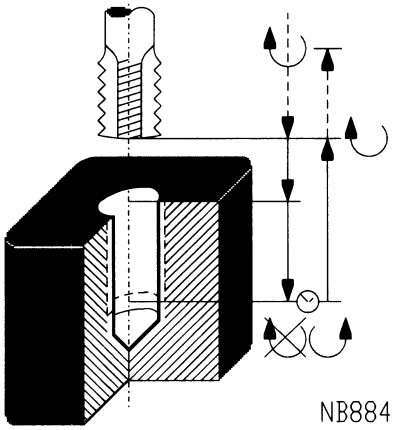
5.42 G84 Gewindebohrzyklus

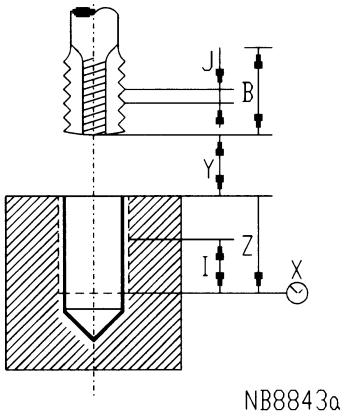
Zweck

Einen Gewindebohrzyklus in einem einzigen Programmsatz definieren.



Format

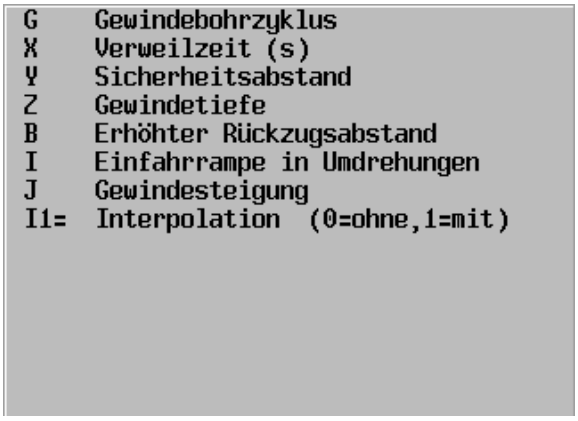




N... G84 Z... {Y...} {B...} {J...} {X...}
oder
N... G84 I1=0 Z... {Y...} {B...} {J...} {X...}

Das Gewindebohren kann auch als Interpolation zwischen der Werkzeugachse und der Spindel, in einem geschlossenem Regelkreis, ausgeführt werden. In dieser Interpolation wird das Beschleunigungsvermögen der Spindel mitgenommen. Dadurch ist garantiert, dass die Spindel mit der gewünschten Drehzahl läuft. ("Synchron tapping").

Parameter



I1= Interpolation (0 = geführt, 1 = interpolierend)

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=, T1=, T2=,

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83, G85...G89

Hinweise und Verwendung

INTERPOLATION (I1=)
Gewindebohren kann ohne oder mit Interpolation programmiert werden.
I1=0 geführt (Grundstellung, offener Lageregelkreis)
I1=1 interpolierend (geschlossener Lageregelkreis)
Eine aktive "Bearbeitungsebene schwenken (G7)" kann nur mit Interpolation bearbeitet werden (I1=1)
Beim aktiver "Bearbeitungsebene schwenken (G7)", wobei der Kopf nicht geschwenkt ist (Werkzeugachse ist gleich der Z-Achse), ist auch geführtes Gewindebohren möglich (I1=0).

GEWINDETIEFE (Z)
Gewindetiefe, von der Oberfläche aus gemessen.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:

PENDELNDER GEWINDEBOHRERHALTER
Bei Verwendung eines pendelnden Gewindebohrerhalters sollte der Sicherheitsabstand (Y) genügend groß sein um sicherzustellen, dass das Werkstück nicht vom Werkzeug berührt wird wenn es vollständig zurückgezogen und die Gewindebohrerhalterfeder entspannt ist.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)
Der erhöhte Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden.
Ist kein B-Wort programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

STARRES GEWINDEBOHREN

Starres Gewindebohren, d.h. Gewindebohren ohne pendelnden Gewindebohrerhalter, ist möglich wenn die Spindel einer Werkzeugmaschine mit einem Messwertgeber ausgestattet wird.

Um den Drift der Spindel, auf Maschinen ohne Interpolation, zu beseitigen, muss vor Anfang des Gewindebohrens ein orientierter Spindelhalt (M19) programmiert werden. An bestimmten Werkzeugmaschinen wird beim Werkzeugwechsel (M6) automatisch ein orientierter Spindelhalt vorgenommen. Für Einzelheiten siehe die betreffende Dokumentation des Maschinenbauers.

GEWINDENACHSCHNEIDEN

Für Maschinen mit Interpolation (I1=1) bietet die Programmierung eines Orientierten Spindelhaltes (M19), mit D-Parameter 'Spindelversatzwert', die Möglichkeit für Gewindenachschneiden.

Hinweis:
Nach dem interpolierenden Gewindeschneiden (I1=1) ist die modale M-Funktion (M3,M4) nicht mehr aktiv,. Diese wird mit M19 überschrieben.

EINFAHRRAMPE (I)

Um ein Ausreißen des Gewindes und das Überfahren der Gewindetiefe beim Gewindebohren zu vermeiden, ist ein geführtes Abbremsen des Vorschubes und der Drehzahl notwendig. Mit der I-Adresse wird die Anzahl der Umdrehungen vor Erreichen der Tiefe programmiert. Wird das I-Wort nicht programmiert, so wirkt die in einer Maschinenkonstante (MC723) abgelegte Einfahrrampengröße. (Einfahrrampe bei G84 in mm).

GEWINDESTEIGUNG (J)

Die Gewindesteigung kann folgendermaßen programmiert werden:

- mit dem J-Wort
- Sie lässt sich aber auch mit der nachfolgenden Formel ermitteln:

F(Vorschub) = Gewindesteigung (J) * Spindeldrehzahl (S)

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Nötigenfalls kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit: 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit: 900 s

Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.

MINIMALDREHZAHL

Wenn Vorschub und Drehzahl während G84 linear auf Null reduziert werden, ist es möglich, dass unterhalb einer bestimmten Spindeldrehzahl die Spindel nicht mehr dreht. Um dieses zu vermeiden, ist die Minimaldrehzahl in MC727 definiert.

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC RÜCKSETZEN gelöscht.

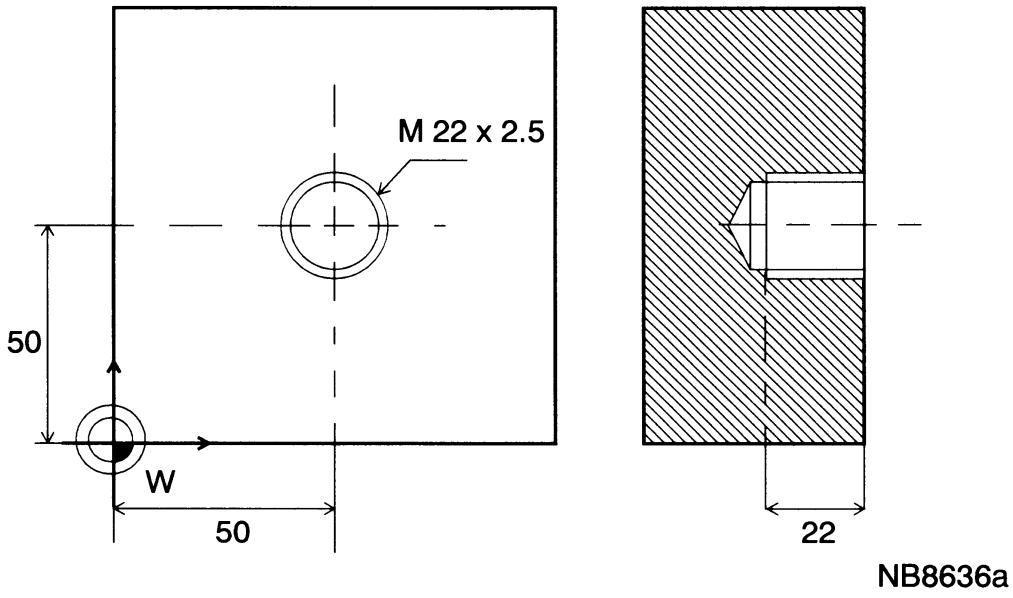
Bemerkung: Beim Aufruf eines G84-Zyklus über G79 muss die CNC auf G94-Betrieb (Vorschub in mm/min) eingestellt sein und nicht auf G95-Betrieb (Vorschub in mm/Umdrehungen). G94 ist immer vor G84 zu programmieren.

MASCHINENKONSTANTEN

Bei Interpolation (I1=1) werden die MC723 und MC727 nicht mehr gebraucht.

Die Maschinenkonstanten bei Interpolation (I1=1) der Spindel sollen richtig eingestellt sein während Gewindebohren. Die Beschleunigung der Spindel wird für jedes Getriebe berechnet mit Hilfe von MC2491, 2521, 2551, 2581 und MC2495, 2525, 2555, 2585. Für eine gute Regelung soll jedenfalls auch MC4430 aktiv sein.

Beispiel



N14 T3 M6
N15 G84 Y9 Z-22 J2.5 S56 M3 F140
N20 G79 X50 Y50 Z0

Erläuterung:

N14	:	Werkzeug 3 einwechseln
N15	:	Festzyklus für Gewindebohren definieren und Spindel einschalten
N20	:	Gewindebohrzyklus an der programmierten Position ausführen. Es kommt ein pendelnder Gewindebohrerhalter zur Anwendung

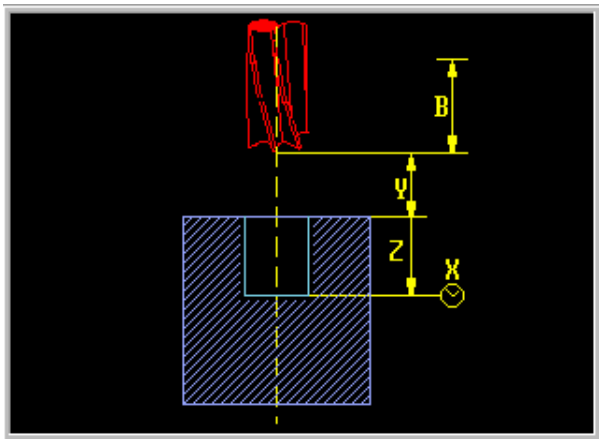
Ablauf Gewindebohrzyklus:

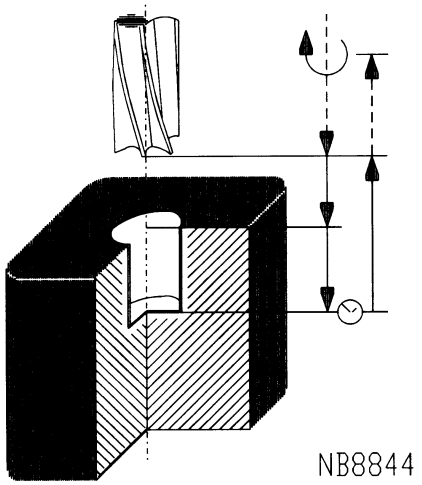
- der Gewindebohrer fährt im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y-Adresse), Spindeldrehrichtung im Uhrzeigersinn (M3).
- Zustellbewegung des Werkzeugs auf Gewindetiefe mit programmiertem Vorschub (Vorschubgeschwindigkeit ist abhängig von Gewindesteigung und Spindeldrehzahl).
- Umkehr der Drehrichtung nach Erreichen der Gewindetiefe und Bewegung aus der Bohrung zum Sicherheitsabstand.

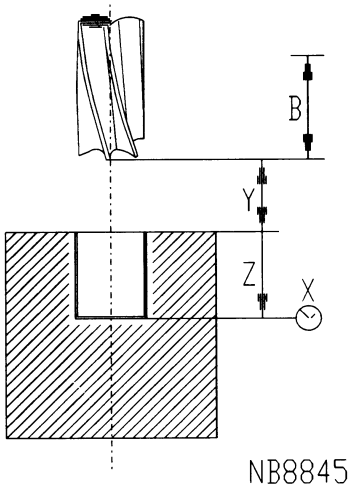
5.43 G85 Reibzyklus

Zweck

Definieren eines Reibzyklus in einem Programmsatz.







Format

N... G85 Z... {Y...} {B...} {X...} {F2=..}

Parameter

G	Reibzyklus
X	Verweilzeit (s)
Y	Sicherheitsabstand
Z	Reibtiefe
B	Erhöhter Rückzugsabstand
F2=	Rückzugsvorschub

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83, G84, G86-G89

Hinweise und Verwendung

REIBTIEFE (Z)

Reibtiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der erhöhter Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzugezählt, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden.
Ist keine B-Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

RÜCKZUGSVORSCHUB (F2=)

Rückzugsvorschub F2= ist der Vorschub, mit dem das Werkzeug von der Reibtiefe zur Startposition zurückgezogen wird. Mit F2= lässt sich der Rückzug des Werkzeugs beschleunigen. Folglich wird die Ausführungszeit des Zyklus verkürzt. Wird F2= nicht definiert, so erfolgt der Rückzug zur Startposition mit dem programmierten Vorschub F.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Bei Bedarf kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit: 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit: 900 s

Falls kein X-Wort programmiert worden ist, wird keine Verweilzeit berücksichtigt.

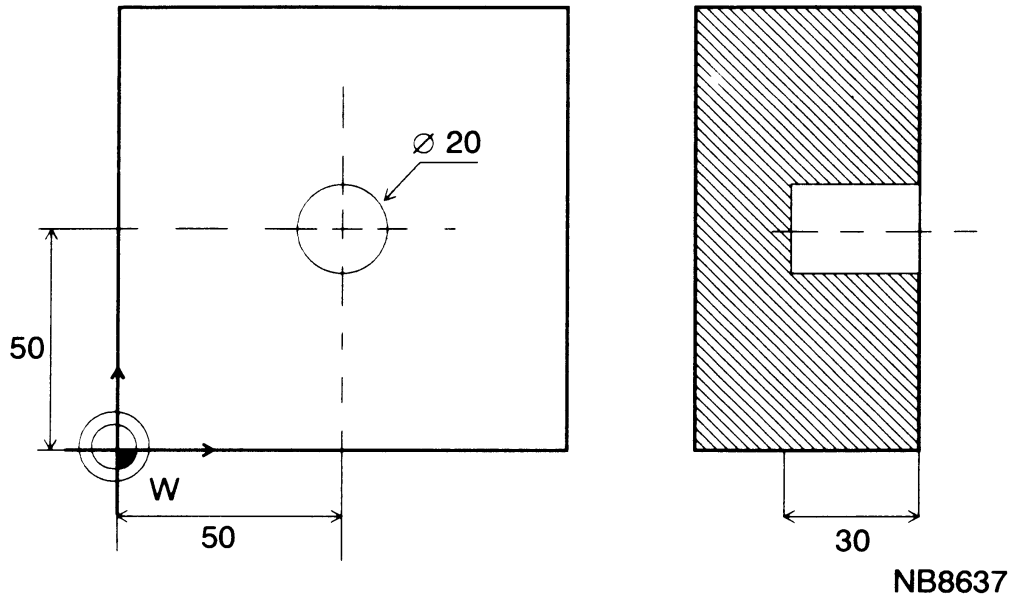
AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-rücksetzen gelöscht.

Beispiel



N25 Z10 T4 M6
N30 G85 X2 Y3 Z-20 F100 S1000 F2=200 M3
N35 G79 X50 Y50 Z0

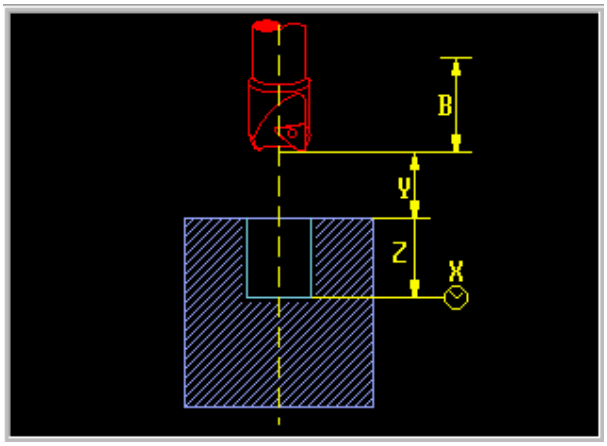
Erläuterung:
N25 : Werkzeug 4, eine Reibahle, einwechseln
N30 : Reibzyklus definieren und Spindel einschalten
N35 : Reibzyklus an der programmierten Position ausführen

Zyklusablauf:
- Reibahle fährt im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y3)
- Zustellbewegung der Reibahle auf Tiefe (Z-20) mit Vorschub (F50)
- Nach Erreichen der Bohrtiefe: Verweilzeit 2 Sekunden (X2)
- Rückzugsbewegung der Reibahle mit höherem Vorschub (F2=200) auf Sicherheitsabstand (Y3)

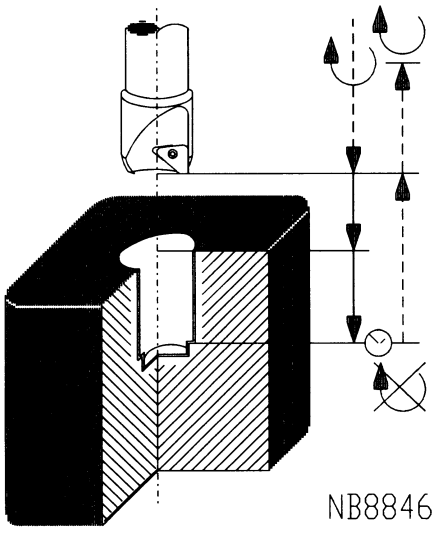
5.44 G86 Ausdrehzyklus

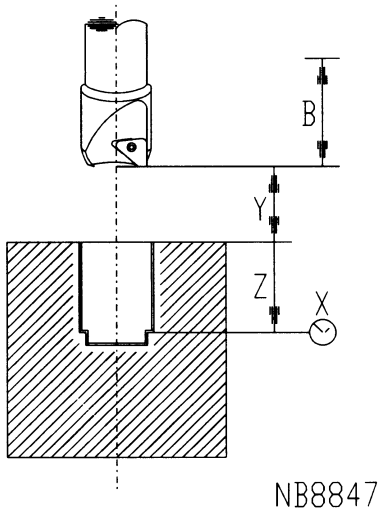
Zweck

Einen Ausdrehzyklus in einem einzigen Programmsatz definieren.



Format





N... G86 Z... {Y...} {X...} {B...}

Parameter

G	Ausdrehzyklus
X	Verweilzeit (s)
Y	Sicherheitsabstand
Z	Ausdrehtiefe
B	Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

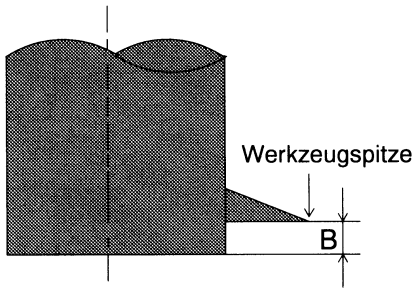
Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G85, G87...G89

Hinweise und Verwendung

AUSDREHTIEFE (Z)
Ausdrehtiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in der negativen Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in der positiven Richtung.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)
Der erhöhter Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzuaddiert. Er kann als Ausgleichsbetrag dienen für eine Bohrstange, deren Spitze sich nicht ganz unten am Werkzeug befindet.



NB8551

Wenn dieser zusätzliche Betrag nicht berücksichtigt wird, so könnte sich das Ausdrehwerkzeug noch im Werkstück befinden, obwohl die Werkzeugspitze bereits auf Sicherheitsabstand ist.

Ist kein B-Wort programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)
Falls notwendig kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit: 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit: 900 s

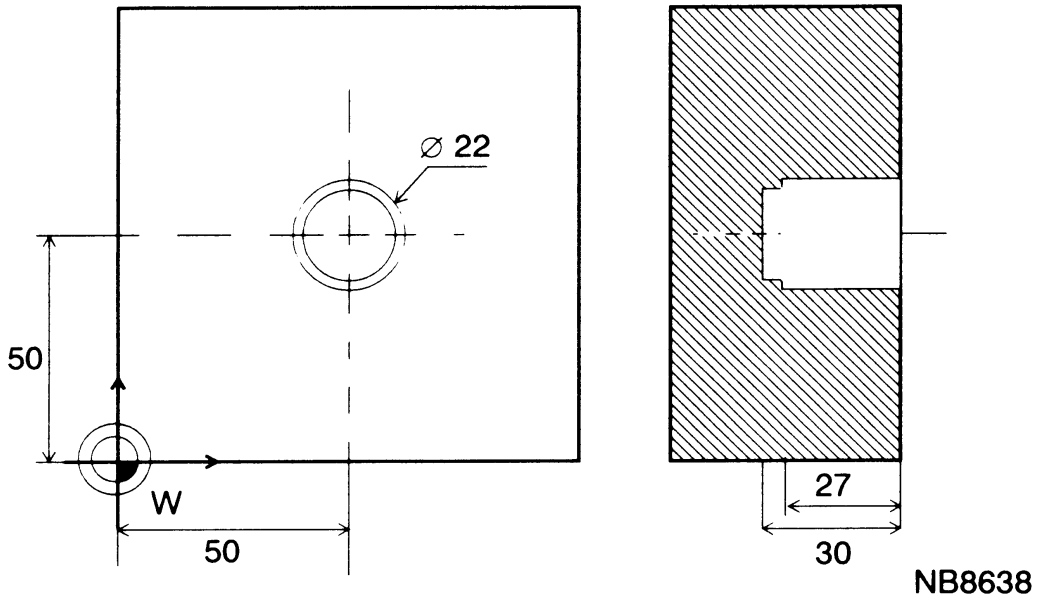
Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit entweder der G77- oder der G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-rücksetzen gelöscht.



N45 T5 M6
N50 G86 X1 Y9 Z-27 B10 F100 S500 M3
N55 G79 X50 Y50 Z0

Erläuterung:

N45 : Werkzeug 5 anwählen
N50 : Ausdrehzyklus definieren und Spindel einschalten
N55 : Festzyklus an der programmierten Position ausführen

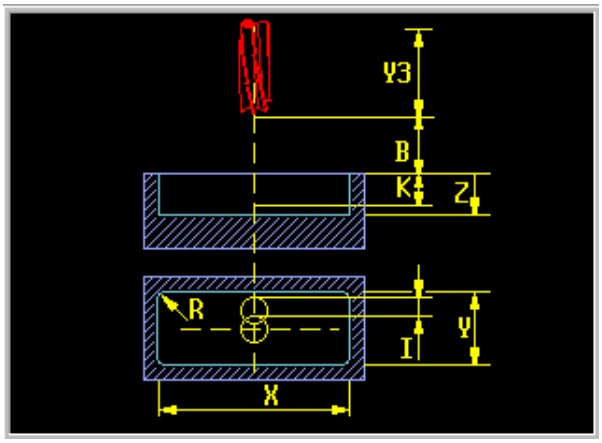
Festzyklusablauf:

- Die Werkzeugspitze fährt im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y-Wort)
- Zustellung des Werkzeuges auf Tiefe (Z-Wort), mit programmiertem Vorschub
- Ausschalten der Spindel auf Tiefe
- Verweilzeit von 1 s
- Rückzug des Werkzeugs im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y-Wort). Die Werkzeugspitze befindet sich außerhalb der Bohrung
- Erneutes Einschalten der Spindel
- Rückzug der Werkzeugspitze auf den erhöhten Rückzugsabstand (B-Wort).

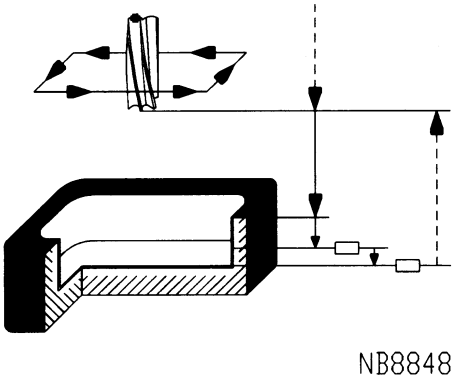
5.45 G87 Rechtecktaschenfräszyklus

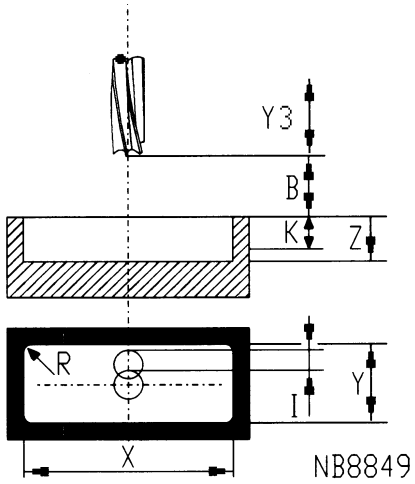
Zweck

Rechtecktaschenfräszyklus in einem Programmsatz programmieren.



Format





N... G87 X... Y... Z... {B...} {R...} {J...} {I...} {K...} {Y3=..} {F2=..}

Parameter

G	Rechtecktaschenfräszyklus
X	Abmessung parallel zu X
Y	Abmessung parallel zu Y
Z	Gesamte Taschentiefe
B	Sicherheitsabstand
I	Schnittbreite des Fräsers in %
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
R	Eckenradius
Y3=	Erhöhter Rückzugsabstand
F2=	Eintauchvorschub (Satzweise)

Taschengeometrie

X	Abmessung parallel zu X
Y	Abmessung parallel zu Y
Z	Gesamte Taschentiefe
R	Eckenradius
F2=	Eintauchvorschub (Satzweise)

Bearbeitungsparameter

B	Sicherheitsabstand
I	Schnittbreite des Fräsers in %
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
Y3=	Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter

F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G86, G88, G89

Hinweise und Verwendung

GESAMTE TASCHENTIEFE (Z)

Gesamte Taschentiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

TASCHENDEFINITION FÜR JEWEILIGE BEARBEITUNGSEBENE

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Adressen verwendet werden, um die Tasche in jeder der drei Hauptebenen (G17, G18, G19) zu definieren.

	XY-EBENE	XZ-EBENE	Z-EBENE
X-Wort parallel zur	X-Achse	X-Achse	Z-Achse
Y-Wort parallel zur	Y-Achse	Z-Achse	Y-Achse
Z-Wort (Werkzeugachse)	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

Die Werte für die X- und Y-Adresse werden ohne Vorzeichen programmiert.

EINTAUCHVORSCHUB (F2=)

Der programmierbare Eintauchvorschub (F2=) ist der Vorschub, mit dem in der Werkzeugachse die Tiefe für jeden Durchgang angefahren wird. Falls in einem Zyklus kein Eintauchvorschub F2= definiert wurde, wird für die Zustellung auf Tiefe (K-Wort) der halbe programmierte Vorschub F/2 verwendet.

SCHNITTBREITE DES FRÄSERS IN PROZENT (I)

Der Wert der I-Adresse gibt den Prozentsatz des Werkzeugdurchmessers an, der bei jedem Durchgang als Schnittbreite zu verwenden ist.

Beispiel: I75 gibt an, dass die Schnittbreite gleich 75 % des Werkzeugdurchmessers ist.

Falls kein I-Adresse programmiert ist, wird der Wert aus einer Maschinenkonstante (MC720) verwendet.

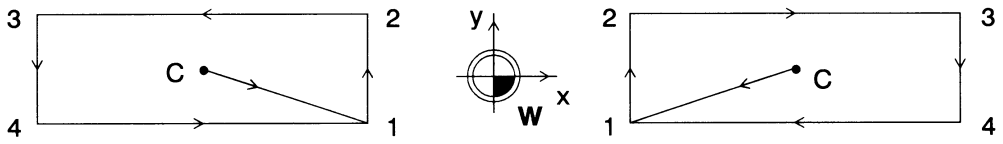
ZUSTELLTIEFE (K)

Wenn die Tasche nicht in einem Durchgang auf die gewünschte Tiefe ausgeräumt werden kann, so wird die Tiefe erst nach mehreren Zustellungen (K-Adresse) erreicht.
Wurde keine K-Adresse programmiert oder der K-Wert ist größer oder gleich der Taschentiefe, so wird die Tasche in einem Durchgang gefräst.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (Y3=)

Der erhöhter Rückzugsabstand Y3= wird zum Sicherheitsabstand (B-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden. Ist kein Y3=- Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

BEARBEITUNGSRICHTUNG (J)



NB6075

J+1 Gleichlauffräsen J-1 Gegenlauffräsen

Wurde keine Fräsrichtung programmiert, so wird die Tasche mit Gleichlauffräsen (J1) gefertigt..

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder der G79-Funktion ausgeführt. Die Lage der Tasche im Werkstück wird bestimmt durch die mit der G77- bzw. G79-Funktion angegebenen Taschenmittelpunktkoordinaten.

Die Tasche wird in der aktiven Ebene (G17, G18 oder G19) gefräst. Dabei wird der Radius des aktiven Werkzeuges verwendet.

Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

GEDREHTE TASCHE

Soll eine Tasche gefräst werden, die einen Winkel mit den Hauptachsen bildet, so müssen die Sätze G77 und G79 ein Spezialwort (B1=) enthalten, das den Drehwinkel angibt.
Für Einzelheiten siehe G77 und G79.

Hinweis: Im Zyklus wird die Tasche definiert, als wäre sie parallel zu den Achsen.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

SCHLICHTGANG

Zum Schlichten der Tasche kann folgende Methode angewendet werden:

1. Schlichtaufmaß zum Werkzeugradius addieren und diesen größeren Radius im Werkzeugspeicher abspeichern.

2. G87-Fräszyklus ausführen. Infolge der Differenz zwischen dem Radius im Werkzeugspeicher und dem aktuellen Radius wird eine Kontur gefräst, die kleiner als die programmierte Kontur ist.

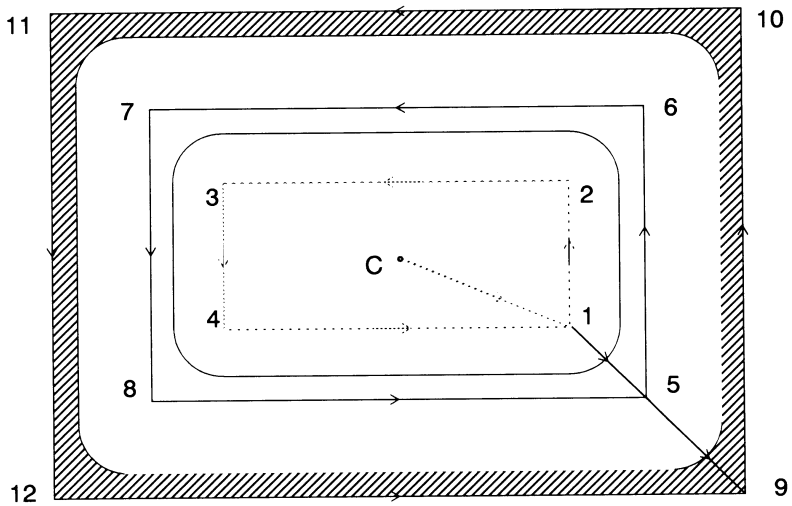
3. Taschenkontur mit G1- und G2/G3-Sätzen programmieren, den Schlichtgang mit Radiuskorrektur ausführen und den aktuellen Werkzeugdurchmesser verwenden.

Werkzeugbewegungsablauf

Der Werkzeugbewegungsablauf zum Fräsen der Tasche sieht so aus:

a. Im Eilgang zur Taschenmitte C fahren und auf Sicherheitsabstand (B-Wort) über dem Werkstück verbleiben.

b. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die erste Tiefe (K-Wort) fahren.



NB6076

Bewegungsablauf zum Fräsen der Taschen

c. Das Werkzeug vom Mittelpunkt auf Punkt 1 fahren und von Punkt 1 auf Punkt 2, 3, 4 und zurück auf Punkt 1. Punkt 1 wird von der Steuerung berechnet und ist vom X-Wort, Y-Wort und dem Radius des aktiven Werkzeugs abhängig.

d. Das Werkzeug auf Punkt 5 fahren. Der Punkt wird von der Steuerung berechnet.
Der Abstände parallel zu den Achsen sind: I-Wort x Werkzeugdurchmesser

e. Das Werkzeug von Punkt 5 auf Punkt 6, 7, 8 und zurück auf Punkt 5 fahren.

f. Die Schritte d und e nötigenfalls wiederholen, bis die Materialschicht abgetragen ist.

g. Zum Schluss der programmierten Kontur folgen und in der Eckenmitte anhalten.

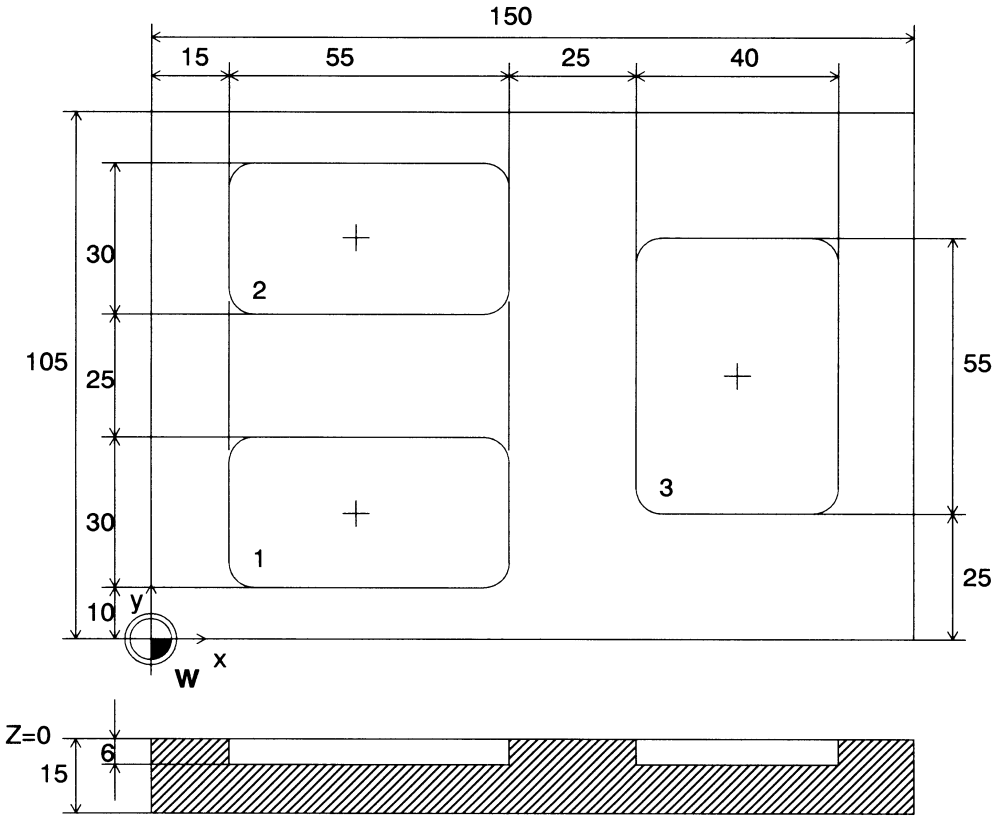
h. Wenn die programmierte Tiefe erreicht ist, das Werkzeug auf Sicherheitsabstand zurückziehen.

i. Wenn die programmierte Tiefe nicht erreicht ist, das Werkzeug mit dem Dreifachen des programmierten Vorschubs auf die Taschenmitte (C) fahren.

j. Die Schritte b bis i wiederholen, um eine weitere Materialschicht abzutragen.
Nachdem die Tasche ausgeräumt ist kann es sein, dass die Taschenseiten geschlichtet werden müssen.

Die Vorgehensweise ist folgende:
Im Werkzeugspeicher für das aktive Werkzeug wird ein Radiuswert abgespeichert, der um das Schlichtaufmaß größer ist als der aktuelle Werkzeugradius.
Nachdem der Zyklus völlig abgearbeitet ist bleibt dann das Aufmaß für den Schlichtgang zurück.
Das Schlichten der Tasche wird durch Aktivieren der Werkzeugradiuskorrektur und Anwendung der üblichen G1- und G2/G3-Funktionen programmiert.

Fräsen von drei Taschen

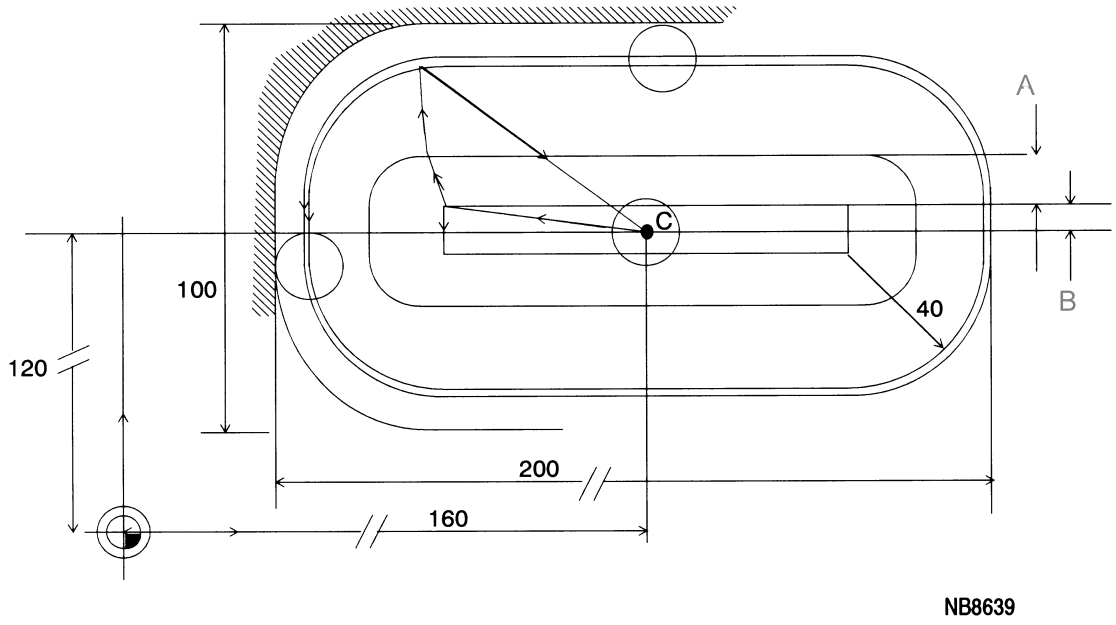


NB5810

Beispiel mit drei Taschen

```
N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G87 X55 Y30 Z-6 J+1 B1 I75 K1.5 F200 S500 M3
N30 G79 X42.5 Y25 Z0
N31 G79 X42.5 Y80 Z0
N40 G87 X40 Y55 Z-6 J+1 B1 I75 K1.5 F200 S500 M3
N50 G79 X115 Y52.5 Z0
```

Beispiel



A: 75% (I-Wort) von dem Durchmesser.
B: 75% (I-Wort) von dem Radius

N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G87 X200 Y100 Z-6 J+1 B1 R40 I75 K1.5 F200 S500 M3
N30 G79 X160 Y120 Z0

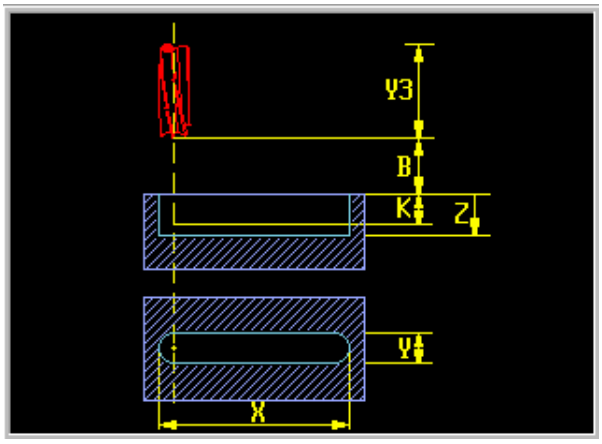
Erläuterung:

N10 : Werkzeug 1 einwechseln
N20 : Taschenfräszyklus definieren
N30 : Zyklus an der programmierten Position ausführen

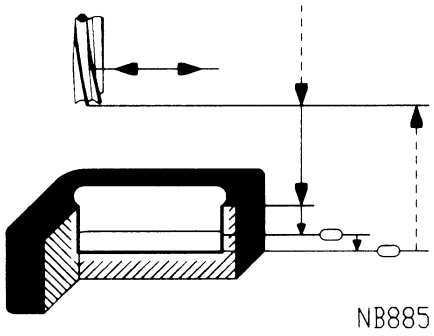
5.46 G88 Nutenfräszyklus

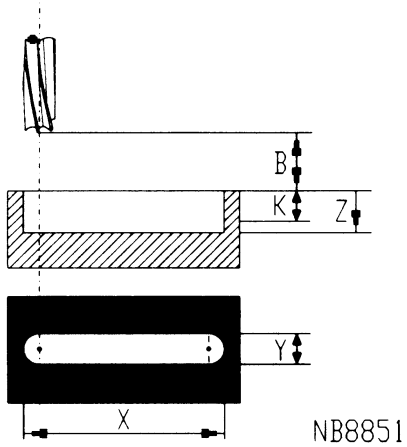
Zweck

Definieren der Geometrie einer Nut sowie bestimmter Parameter zum Fräsen der Nut in einem Programmsatz.



Format





N... G88 X... Y... Z... {B...] {J...} {K...} {Y3=..} {F2=..}

Parameter

G	Nutenfräszyklus
X	Abmessung parallel zu X
Y	Abmessung parallel zu Y
Z	Gesamte Nutentiefe
B	Sicherheitsabstand
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
Y3=	Erhöhter Rückzugsabstand
F2=	Eintauchvorschub (Satzweise)

Nutengeometrie

X	Abmessung parallel zu X
Y	Abmessung parallel zu Y
Z	Gesamte Nutentiefe
F2=	Eintauchvorschub (Satzweise)

Bearbeitungsparameter

B	Sicherheitsabstand
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
Y3=	Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter

F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

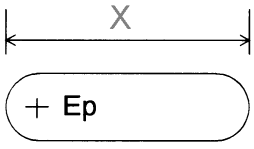
Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G87, G89

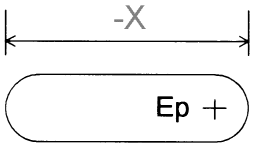
Hinweise und Verwendung

NUTENTIEFE (Z)

Gesamte Nutentiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkstückrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.



X... (G17), X... (G18), Y... (G19)



X-... (G17), X-... (G18), Y-... (G19)

(NB8683)

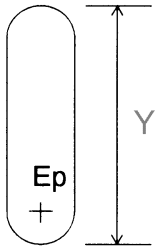
NUT PARALLEL ZUR X-ACHSE

Soll die Achse der Nut parallel zur X-Achse verlaufen, so sieht die Programmierung wie folgt aus:

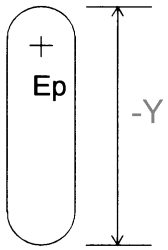
Absolutwert des X-Wortes > Wert des Y-Wortes

Das Vorzeichen des X-Wortes bestimmt, an welcher Seite des Eintrittspunktes (Ep) die Nut gefräst wird. Das Y-Wort wird ohne Vorzeichen programmiert.

NUT PARALLEL ZUR Y-ACHSE



Y... (G17), Y... (G18), X... (G19)



Y-... (G17), Y-... (G18), X-... (G19)

(NB8683)

Soll die Achse der Nut parallel zur Y-Achse verlaufen, so sieht die Programmierung wie folgt aus:

Absolutwert des Y-Wortes > Wert des X-Wortes

Das Vorzeichen des Y-Wortes bestimmt, an welcher Seite des Eintrittspunktes (Ep) die Nut gefräst wird. Das X-Wort wird ohne Vorzeichen programmiert.

BEARBEITUNGSEBENE

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Adressen verwendet werden, um die Nut in jeder der drei Hauptebenen (G17, G18, G19) zu definieren.

	XY-EBENE	XZ-EBENE	YZ-EBENE
X-Wort parallel zur	X-Achse	X-Achse	Z-Achse
Y-Wort parallel zur	Y-Achse	Z-Achse	Y-Achse
Z-Wort (Werkzeugachse)	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

EINTAUCHVORSCHUB (F2=)

Der programmierbare Eintauchvorschub (F2=) ist der Vorschub, mit dem in der Werkzeugachse die Tiefe für jedem Durchgang angefahren wird. Falls in einem Zyklus kein Eintauchvorschub F2= definiert wurde, wird für die Zustellung auf Tiefe (K-Wort) der halbe programmierte Vorschub F/2 verwendet.

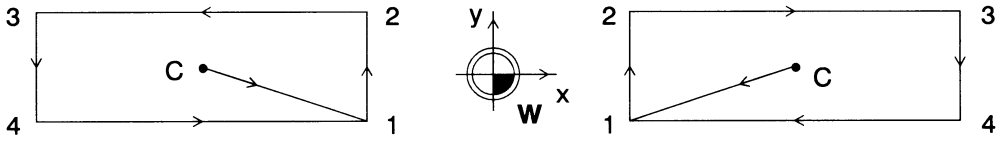
ZUSTELLTIEFE (K)

Wenn die Nut nicht in einem Durchgang auf die gewünschte Tiefe ausgeräumt werden kann, so wird die Tiefe erst nach mehreren Zustellungen (K-Adresse) erreicht.
Wurde keine K-Adresse programmiert oder der K-Wert ist größer oder gleich der Nutentiefe, so wird die Nut in einem Durchgang gefräst.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (Y3=)

Der erhöhter Rückzugsabstand Y3= wird zum Sicherheitsabstand (B-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden. Ist kein Y3=- Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

FRÄSRICHTUNG AUF DER ENDBEARBEITUNGSBAHN (J)



NB6075

J+1 Gleichlauffräsen J-1 Gegenlauffräsen

Wurde keine Fräsrichtung programmiert, so wird Gleichlauffräsen unterstellt (J1 ist Einschaltstellung).

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Festzyklus wird an den im G77- oder G79-Satz programmierten Positionen ausgeführt. Diese Sätze enthalten die Koordinaten des Eintrittspunktes der Nut.

Die Nut wird in der aktiven Ebene (G17, G18 oder G19) gefräst.
Dabei wird der Radius des aktiven Werkzeuges verwendet.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

GEDREHTE NUT

Soll eine Nut gefräst werden, die einen Winkel mit den Hauptachsen bildet, so müssen die Sätze G77 und G79 ein Spezialwort (B1=) enthalten, das den Drehwinkel angibt.
Für Einzelheiten siehe G77 und G79.

Hinweis: Im Zyklus wird die Nut definiert als wäre sie parallel zu den Achsen.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

Werkzeugbewegungsablauf

Der Werkzeugbewegungsablauf zum Fräsen der Nut sieht so aus:

a. Im Eilgang zum Punkt B fahren, wo das Werkzeug in die Nut eintritt und beim Sicherheitsabstand (B-Wort) über dem Werkstück verbleibt.

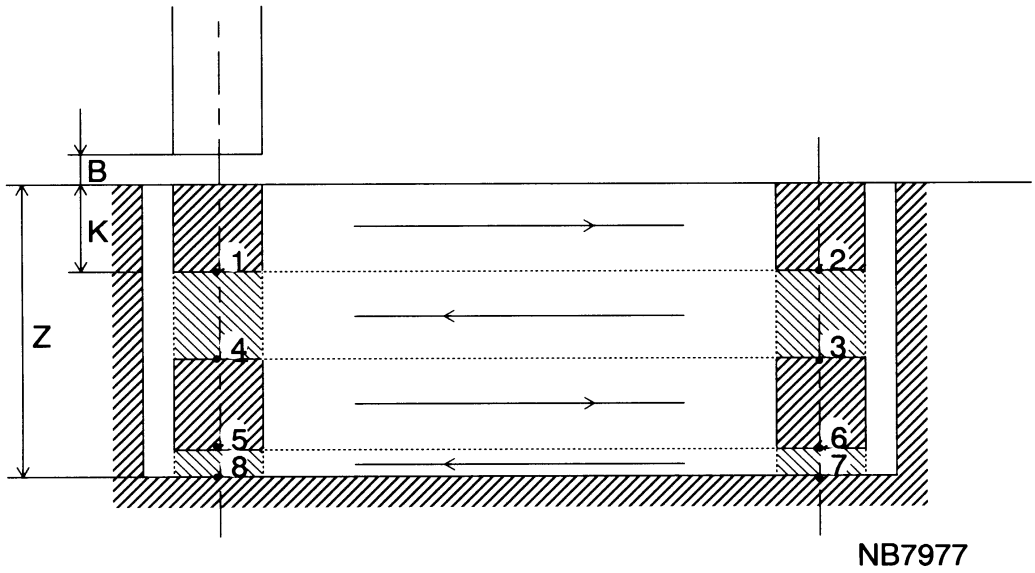
b. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die erste Tiefe (1) fahren.

c. Mit dem programmierten Vorschub durch die Nutenmitte zum Punkt E (2) fahren.

d. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die zweite Tiefe (3) fahren.

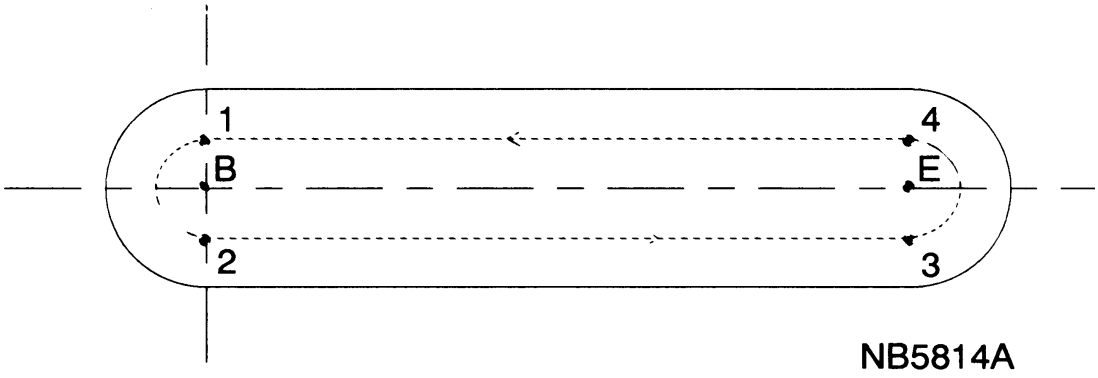
e. Mit dem programmierten Vorschub durch die Nutenmitte zurück zum Punkt B (4) fahren.

f. Das Werkzeug bewegt sich hin und her, jedes Mal auf einer anderen Tiefe, bis die Endtiefe erreicht ist.



Bewegungen auf Tiefe in der Nut

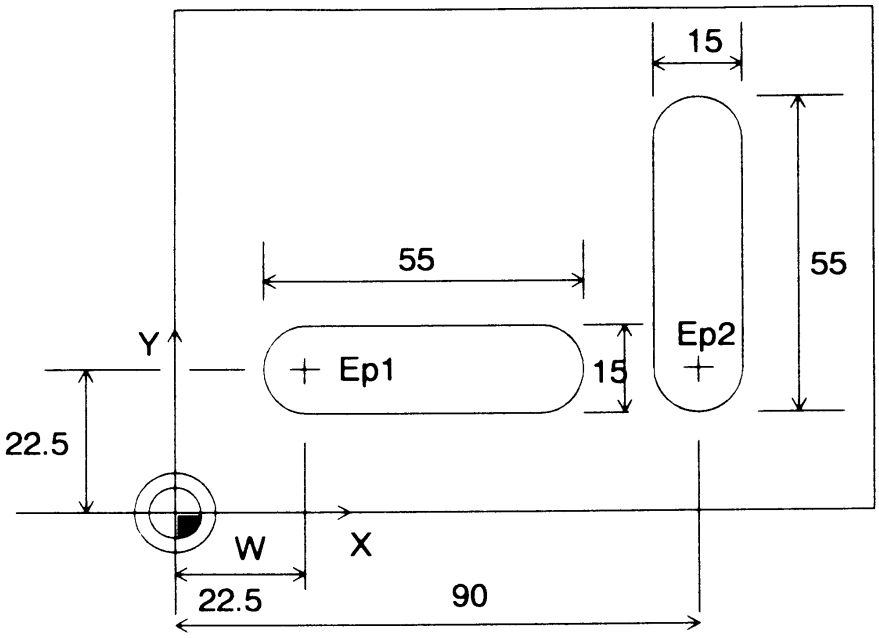
g. Nachdem die Endtiefe erreicht ist werden die Seiten der Nut gefräst, und zwar von B nach 1, 2, 3, 4, 1 und zurück nach B, im Gegenuhrzeigersinn bzw. im Uhrzeigersinn falls J-1 programmiert ist. Die Radiuskorrektur wird automatisch durch die Steuerung eingeschaltet und ausgeschaltet, wenn der Zyklus abgearbeitet ist.



Werkzeugbahn für die Seiten

h. Am Ende des Zyklus wird das Werkzeug aus der Nut herausgezogen und beim Sicherheitsabstand über dem Werkstück angehalten.

Beispiel



NB8640

N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G88 X55 Y15 Z-5 B1 K1 Y3=10 F100 F2=200 S500 M3
N30 G79 X22.5 Y22.5 Z0
N40 G88 X15 Y55 Z-5 B1 K1 Y3=10 F2=200
N50 G79 X90 Y22.5 Z0

Erläuterung:

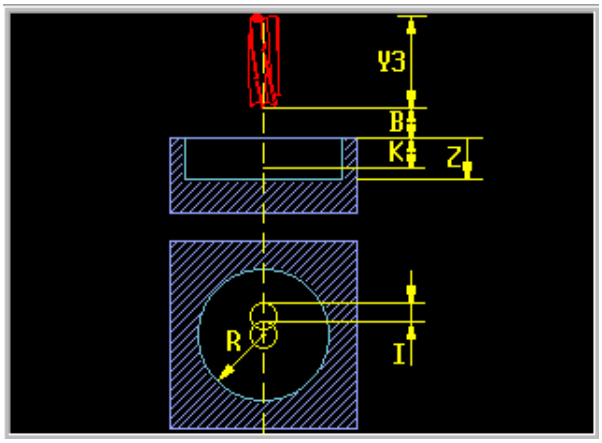
N10: Werkzeug 1 einwechseln
N20: Zyklus für das Fräsen einer Nute; parallel die X-Achse
N30: Zyklus an der programmierten Position ausführen (Ep1).
N40: Zyklus für das Fräsen einer Nute; parallel die Y-Achse.
N50: Zyklus an der programmierten Position ausführen (Ep2).

NOTE: Die F,S und M Funktionen sind noch aktive und brauchen nicht wieder programmiert zu werden..

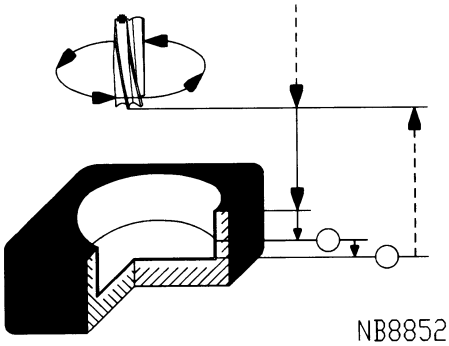
5.47 G89 Kreistaschenfräszyklus

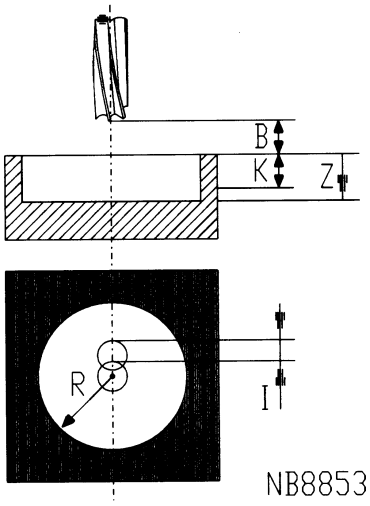
Zweck

Kreistaschenfräszyklus in einem Programmsatz programmieren.



Format





N... G89 Z... R... {B...} {I...} {J...} {K...} {Y3=..} {F2=..}

Parameter

G	Kreistaschenfräszyklus
Z	Gesamte Taschentiefe
B	Sicherheitsabstand
I	Schnittbreite des Fräsers in %
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
R	Radius der Kreistasche
Y3=	Erhöhter Rückzugsabstand
F2=	Eintauchvorschub (Satzweise)

Taschengeometrie

Z	Gesamte Taschentiefe
R	Radius der Kreistasche
F2=	Eintauchvorschub (Satzweise)

Bearbeitungsparameter

B	Sicherheitsabstand
I	Schnittbreite des Fräsers in %
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
Y3=	Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter

F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G88

Hinweise und Verwendung

GESAMTE TASCHENTIEFE (Z)

Gesamte Taschentiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

TASCHENDEFINITION FÜR JEWEILIGE BEARBEITUNGSEBENE

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Achse in der aktiven Ebene als Werkzeugachse dient:

	XY-EBENE	XZ-EBENE	YZ-EBENE
Z-Adresse (Werkzeugachse)	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

EINTAUCHVORSCHUB (F2=)

Der programmierbare Eintauchvorschub (F2=) ist der Vorschub, mit dem in der Werkzeugachse die Tiefe für jeden Durchgang angefahren wird. Falls in einem Zyklus kein Eintauchvorschub F2= definiert wurde, wird für die Zustellung auf Tiefe (K-Wort) der halbe programmierte Vorschub F/2 verwendet.

SCHNITTBREITE DES FRÄSERS IN PROZENT (I)

Der Wert der I-Adresse gibt den Prozentsatz des Werkzeugdurchmessers an, der bei jedem Durchgang als Schnittbreite zu verwenden ist.

Beispiel: I75 gibt an, dass die Schnittbreite gleich 75 % des Werkzeugdurchmessers ist.

Falls kein I-Adresse programmiert ist, wird der Wert aus einer Maschinenkonstante (MC720) verwendet.

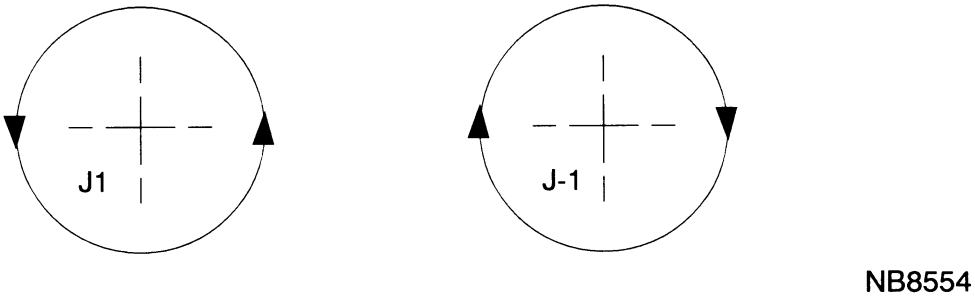
ZUSTELLTIEFE (K)

Wenn die Tasche nicht in einem Durchgang auf die gewünschte Tiefe ausgeräumt werden kann, so wird die Tiefe erst nach mehreren Zustellungen (K-Adresse) erreicht.
Wurde keine K-Adresse programmiert oder der K-Wert ist größer oder gleich der Taschentiefe, so wird die Tasche in einem Durchgang gefräst.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (Y3=)

Der erhöhter Rückzugsabstand Y3= wird zum Sicherheitsabstand (B-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden. Ist kein Y3=- Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

FRÄSRICHTUNG (J)



J+1 Gleichlauffräsen J-1 Gegenlauffräsen

Wurde keine Fräsrichtung programmiert, wird Gleichlauffräsen unterstellt (J1 ist Einschaltstellung).

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder der G79-Funktion ausgeführt. Die Lage der Tasche im Werkstück wird bestimmt durch die mit der G77- bzw. G79-Funktion angegebenen Taschenmittelpunktkoordinaten.

Die Tasche wird in der aktiven Ebene (G17, G18 oder G19) gefräst. Dabei wird der Radius des aktiven Werkzeuges verwendet.

Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

SCHLICHTGANG

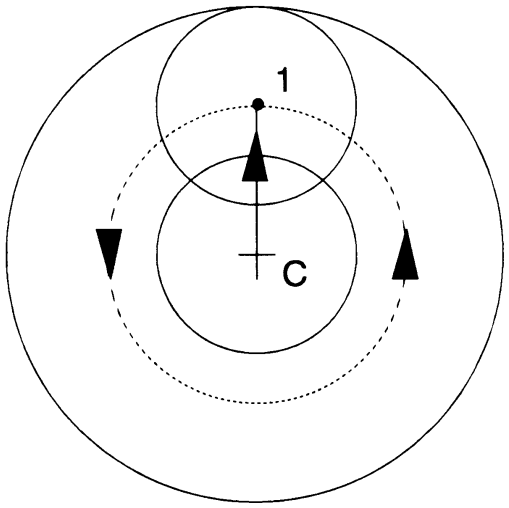
Zum Schlichten der Tasche kann folgende Methode angewendet werden:

1. Schlichtaufmaß zum Werkzeugradius addieren und diesen größeren Radius im Werkzeugspeicher abspeichern.
2. G89-Fräszyklus ausführen. Infolge der Differenz zwischen dem Radius im Werkzeugspeicher und dem aktuellen Radius wird eine Kontur gefräst, die kleiner als die programmierte Kontur ist.
3. Taschenkontur mit G1- und G2/G3-Sätzen programmieren, den Schlichtgang mit Radiuskorrektur ausführen und den aktuellen Werkzeugdurchmesser verwenden.

Werkzeugbewegungsablauf

Der Werkzeugbewegungsablauf zum Fräsen der Kreistasche sieht so aus:

a. Im Eilgang zur Taschenmitte C fahren und auf Sicherheitsabstand (B-Wort) über dem Werkstück verbleiben.



NB5817

Bewegungsablauf zum Fräsen der Kreistasche

b. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die erste Tiefe (K-Wort) fahren.

c. Mit dem programmierten Vorschub von C nach 1 fahren.
Die zu fahrende Strecke ist gleich Werkzeugdurchmesser x I-Wort.

d. Mit dem programmierten Vorschub einen Vollkreis im Uhrzeigersinn (J-1) bzw. im Gegenuhrzeigersinn (J+1) fahren, vom Werkzeug aus gesehen.

e. Die Schritte c und d wiederholen, bis die Materialschicht abgetragen ist.

Mit dem Dreifachen des programmierten Vorschubs zurück zum Punkt C fahren

g. Falls die programmierte Tiefe nicht erreicht ist, folgt eine weitere Bewegung über die Tiefe (K-Wort) und es wird eine weitere Materialschicht abgetragen.

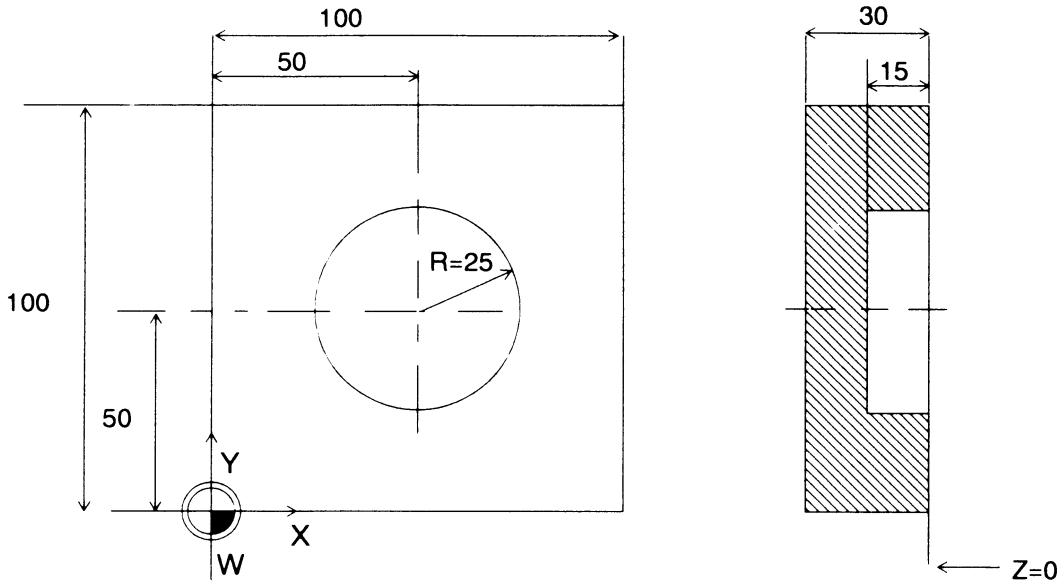
h. Wenn die Gesamttiefe erreicht ist, wird das Werkzeug aus der Tasche herausgezogen und beim Sicherheitsabstand über dem Werkstück angehalten.

Nachdem die Tasche ausgeräumt ist, kann es sein, dass die Taschenseiten geschlichtet werden müssen.

Die Vorgehensweise ist folgende:

Im Werkzeugspeicher für das aktive Werkzeug wird ein Radiuswert abgespeichert, der um das Schlichtaufmaß größer ist als der aktuelle Werkzeugradius.
Nachdem der Zyklus völlig abgearbeitet ist bleibt dann das Aufmaß für den Schlichtgang zurück.
Das Schlichten der Tasche wird durch Aktivieren der Werkzeugradiuskorrektur und Anwendung der normalen G1- und G2/G3-Funktionen programmiert.

Beispiel



N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G89 Z-15 B1 R25 I75 K6 F200 S500 M3
N30 G79 X50 Y50 Z0
N40 G0 Z200

Erläuterung:

N10 : Werkzeug 1 einwechseln
N20 : Zyklus für das Fräsen einer Kreistasche definieren
N30 : Zyklus an der programmierten Position ausführen
N40 : Werkzeug zurückziehen

5.48 G90/G91 Absolut-/inkrementell Programmierung

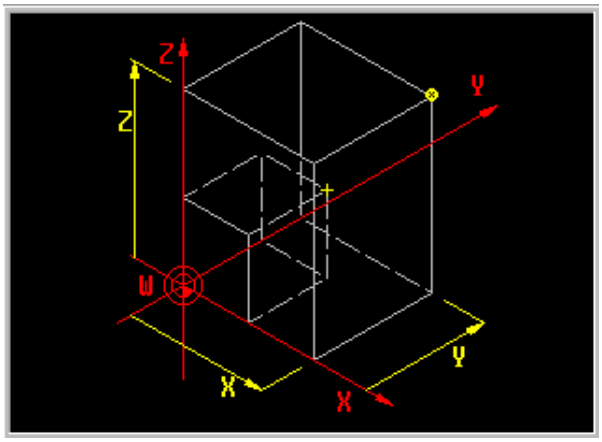
Absolut-/Inkremental- Programmierung kann auf zwei Weise ausgeführt werden:

Absolut-/Inkremental- Programmierung mit G90 und G91
Wortweise Absolut-/Inkremental- Programmierung mit X90= und X91=

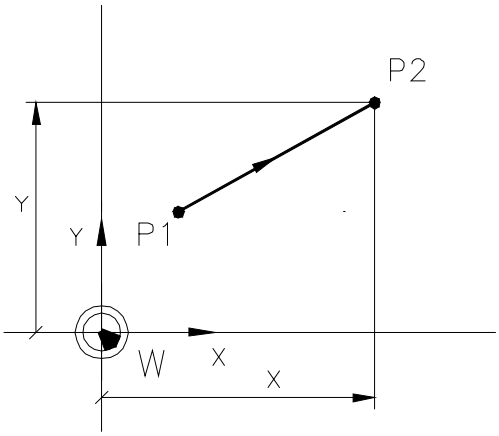
5.48.1 G90/G91 Absolut /Inkrementell Programmierung

Zweck

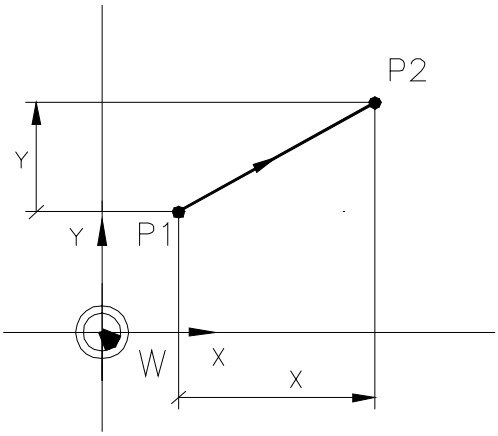
Auswahl aus zwei Arten von Koordinatenprogrammierung.



G90: Absolute Koordinaten, gemessen vom Programmnullpunkt W.
G91: Inkrementelle Koordinaten, gemessen von der zuletzt programmierten Werkzeuglage.



G90: Absolute Koordinaten



G91: Inkrementale Koordinaten

Format

N... G90/G91 [Achsenkoordinaten]

Parameter

Keine

Mögliche Achsenkoordinaten bei G90/G91 sein:

X, Y, Z	Endpunktkoordinaten
A, B, C	Endwinkel

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND

Beim Einschalten des CNC-Systems oder bei CNC rücksetzen ist Absolutmaßprogrammierung (G90) automatisch wirksam.

LÖSCHEN

Die G91 wird beim Definieren eines G90, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

UMSCHALTEN ZWISCHEN DEN BEIDEN BETRIEBSARTEN

Der Einschaltzustand G90 wird mit G91 gelöscht. Nach Umschalten auf G91 werden die Koordinaten durch die CNC als inkrementelle Koordinaten verwertet. Durch Programmieren von G90 wird wieder auf Absolutmaßprogrammierung zurückgeschaltet.

Steuerungsintern werden absolute Koordinaten verwendet. Folglich ist es möglich, in einem bestimmten Programm beliebig von absolut auf inkrementell und umgekehrt zu wechseln.

POLARKOORDINATEN

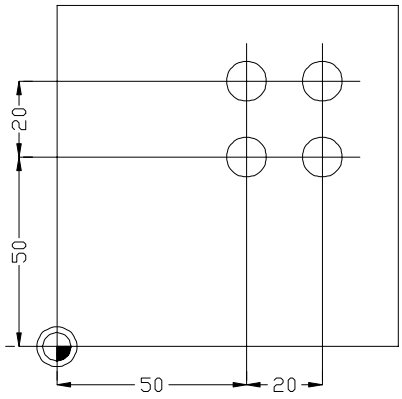
Die Polarkoordinaten (B1=, L1=), (B2=, L2=), (B3=, L3=) werden nicht durch G90 und G91 beeinflusst. Sie können in jedem Koordinatenmodus beliebig eingesetzt werden.

POSITIONSANZEIGE

Die auf dem CNC-Bildschirm angezeigten Achsenpositionen stellen immer absolute Koordinaten dar, die sich auf den Programmnullpunkt W beziehen.

Hinweis: Ein Teileprogramm muss vor der Programmierung von G91 immer eine absolute Position enthalten. Bei einem Programm das unmittelbar mit G91 anfängt, wird die aktuelle Werkzeuglage als die erste absolute Position des Programms verwendet. Diese Position muss bei jedem Programmablauf gleich sein, anderenfalls wird das Programm jedes Mal an einer anderen Stelle ausgeführt.

Beispiel




```
N88550
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X0 Y0 Z60 I100 J100 K-80
N4 S1300 T1 M6 (Bohrer R5)
N5 G0 X0 Y0 Z50
:
N8 G81 Y2 Z-10 F200 M3
N9 G79 X50 Y50 Z0
N10 G91
N11 G79 Y20
N12 G79 X20
N13 G79 Y-20
N14 G90
:
N17 G0 X0 Y0 Z50
N18 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene XY
N2 : Nullpunktverschiebung aktivieren
N3 : Grafikfenster definieren
N4 : Werkzeug 1 einwechseln
N5 : Positionieren im Eilgang
N8 : Bohrzyklus definieren
N9 : Zyklusaufruf 1. Bohrung
N10 : Inkrementalmaßprogrammierung
N11 : Zyklusaufruf 2. Bohrung
N12 : Zyklusaufruf 3. Bohrung
N13 : Zyklusaufruf 4. Bohrung
N14 : Absolutmaßprogrammierung
N17 : Werkzeug Freihafen
N18 : Programm-Ende

5.48.2 Wortweise Absolute /Inkrementell Programmierung

Zweck

Wortweise Absolut-/Inkremental- Programmierung, unabhängig von G90/G91.

Format

absolute Programmierung:
N.. G.. [Achsname]90=...

Inkrementelle Programmierung:
N.. G.. [Achsname]91=...

Parameter

Achsname: X, Y, Z, U, V, W, I, J, K, A, B, C

X90=, Y90=, Z90=	Endwinkel absolut
A90=, B90=, C90=	Endwinkel absolut
X91=, Y91=, Z91=	Endpunkt inkrementell
A91=, B91=, C91=	Endpunkt inkrementell

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktion

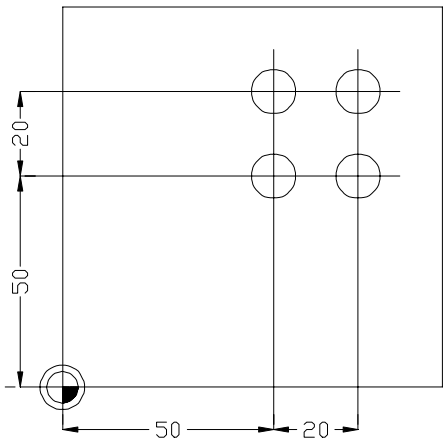
G0, G1, G2, G3, G9, G45, G46, G61, G62, G77, G79, G145, G182

Hinweise und Verwendung

Kartesische Koordinaten:
Die Wortweise Absolut-/Inkremental- Programmierung ist unabhängig vom modal gültigen Maßsystem G90/G91.

Polarkoordinaten:
Die Programmierung in Polarkoordinaten wird nicht beeinflusst.

Beispiel




```
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X0 Y0 Z60 I100 J100 K-80
N4 S1300 T1 M6 (Bohrer R5)
N5 G0 X0 Y0 Z50
:
N8 G81 Y2 Z-10 F200 M3
N9 G79 X50 Y50 Z0
N11 G79 Y91=20
N12 G79 X91=20
N13 G79 Y91=-20
:
N17 G0 X0 Y0 Z50
N18 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene XY
N2 : Nullpunktverschiebung aktivieren
N3 : Grafikfenster definieren
N4 : Werkzeug 1 einwechseln
N5 : Positionieren im Eilgang

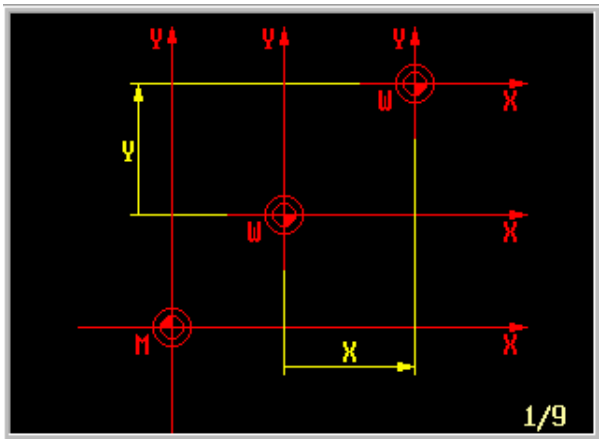
N8 : Bohrzyklus definieren
N9 : Zyklusaufruf 1. Bohrung
N11 : Zyklusaufruf 2. Bohrung, Inkrementelle Bewegung
N12 : Zyklusaufruf 3. Bohrung, Inkrementelle Bewegung
N13 : Zyklusaufruf 4. Bohrung, Inkrementelle Bewegung

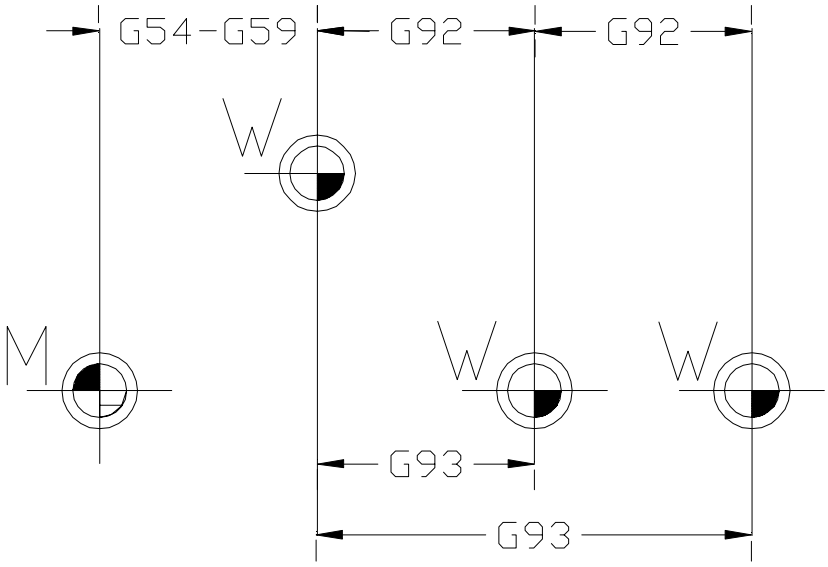
N17 : Werkzeug Freihafen
N18 : Programm-Ende

5.49 G92/G93 Nullpunktverschiebung inkrementelle oder absolute Rotation

Zweck

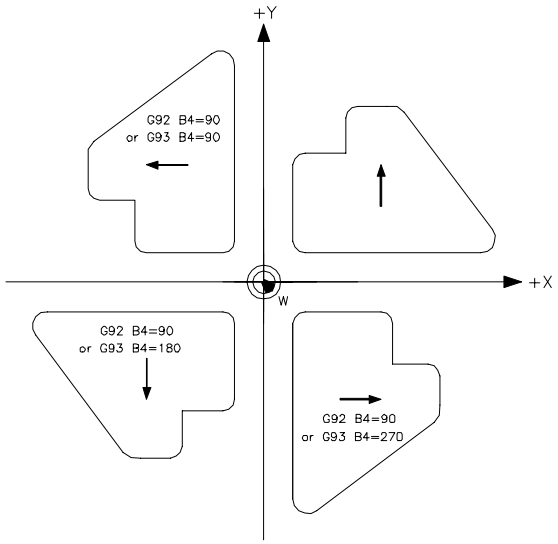
1. Festlegen eines Programmnullpunktes (W) auf dem Werkstück, so dass die Werkstückmaße direkt für das Programmieren von Werkzeug- oder Werkstückbewegungen verwendet werden können. (G54-G59 oder G54.[Nr.])





G92 : Inkrementelle Nullpunktverschiebung, bezogen auf den letzten Programmnullpunkt
G93 : Absolute Nullpunktverschiebung, bezogen auf einen festen Nullpunkt

2. Hervorrufen einer Drehung von Koordinatenachsen für eine Gruppe von Koordinaten.



G92 : Verdrehungswinkel, bezogen auf die zuletzt programmierte Hauptachse
G93 : Verdrehungswinkel, bezogen auf eine feste Maschinenachse

Format

Nullpunktverschiebung

N... G92 [Koordinate(n), bezogen auf den letzten Nullpunkt]
N... G93 [Koordinate(n), bezogen auf einen festen Nullpunkt]

Achsendrehung

N... G92/G93 B4=...

Parameter

```
G    NP-Verschiebung abs./Rotation
X    Nullpunktkoordinate
Y    Nullpunktkoordinate
Z    Nullpunktkoordinate
A    Nullpunktwinkel
B    Nullpunktwinkel
B2=  Polarwinkel
A3=  1: Position rücksetzen 0-360 Grad
B3=  1: Position rücksetzen 0-360 Grad
B4=  Absoluter Rotationswinkel
L2=  Polarlänge
P1=  Punktedefinitionsnummer
```

Bei G92 verwendete Wörter

1. Nullpunktverschiebung
   - X,Y,Z Nullpunktkoordinate
   - A,B,C Nullpunktwinkel
   - B1= Winkel
   - L1= Streckenlänge

2. Achsendrehung
   - B4= Inkrementelle Rotationswinkel

Bei G93 verwendete Wörter

1. Nullpunktverschiebung
   - X,Y,Z Nullpunktkoordinate
   - A,B,C Nullpunktwinkel
   - B2= Polarwinkel
   - L2= Polarlänge
   - P,P1= Punktedefinitionsnummer

2. Achsendrehung
   - B4= Absoluter Rotationswinkel

3. Rücksetz Funktion
   - A3=, B3=, C3= Rücksetz Parameter

Mit G93 A3=1 wird die entsprechende Rundachsenposition auf einen Wert zwischen 0 und 360 Grad zurück gesetzt. Eine A-Achse mit der Position 370 Grad, wird nach der Programmierung von G94 A3=1 auf 10 Grad geändert.

Art der Funktion

Nicht modal.

Zugehörige Funktionen

Bei Nullpunktverschiebung	:	G51/G52, G53-G59 oder G54 I..
Bei Achsendrehung	:	G72/G73

Hinweise und Verwendung

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN

INKREMENTALE NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (G92)

G92 erlaubt die Verschiebung des Nullpunktes vom aktuellen Programmnullpunkt (W) zu einem neuen Programmnullpunkt (W).

ANWENDUNG VON G92

G92 erlaubt die Programmierung identischer Werkzeugbewegungen, die an unterschiedlichen Stellen des Werkstückes wiederholt werden sollen.

ABSOLUTE NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (G93)

G93 erlaubt die Festlegung des Programmnullpunktes, indem der Nullpunkt vom Aufspannungsnullpunkt (C) zum gewünschten Programmnullpunkt (W) verschoben wird.

UNVERÄNDERTE ACHSEN

Eine Achse die nicht von einer Nullpunktverschiebung betroffen wird, kann im Satz mit der Verschiebung entfallen.

PROGRAMMIERTE MAßANGABEN

Sämtliche nach einer Nullpunktverschiebung programmierten Maßangaben beziehen sich auf den neuen Nullpunkt (0,0).

ANGEZEIGTE KOORDINATEN

Die angezeigten Achsenkoordinaten beziehen sich immer auf den aktiven Programmnullpunkt W.

LÖSCHEN VON G92 UND G93

Mit die G92-Nullpunktverschiebung wird nur die programmierte Adressen addiert bei G93. Mit die G93-Nullpunktverschiebung wird nur die programmierte Adressen überschrieben.

G93 X….
G92 Y…. Y ist addiert to die G93 Nullpunktverschiebung.

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird durch eine andere Nullpunktverschiebung (G51/G52, G53...G59 oder G54 I..) gelöscht.

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird durch M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

G92/G93 IM TEACH-IN-BETRIEB

Eine über Teach-in eingegebene Nullpunktverschiebung wird durch CNC rücksetzen oder durch eine der Funktionen G53...G59 gelöscht. Aus diesem Grund muss die G92/G93-Funktion im Teileprogramm nach den Funktionen G53...G59 programmiert werden.

ACHSENDREHUNG

Die Achsen der Hauptebene können um den Programmnullpunkt W gedreht werden. Folglich kann ein vollständiges Teileprogramm oder ein Programmabschnitt gedreht ablaufen.

Die programmierten Koordinaten beziehen sich auf die gedrehten Achsen.

EBENENAUSWAHL

Die Achsendrehung wird in der aktiven Hauptebene vorgenommen, und zwar folgendermaßen:

Bei G17: die X- und Y-Achse werden gedreht
Bei G18: die X- und Z-Achse werden gedreht
Bei G19: die Y- und Z-Achse werden gedreht

VERDREHUNGSWINKEL

Der Verdrehungswinkel wird mit dem Wort B4=.. programmiert. Der Winkel liegt im Bereich -360 bis 360 und wird wie bei den Polarkoordinaten gemessen.

INKREMENTALER VERDREHUNGSWINKEL (G92)

Bei G92 wird der Winkel mit den zuletzt aktiven Koordinatenachsen gemessen:

- bei G17 oder G18 : die (gedrehte) X-Achse
- bei G19 : die (gedrehte) Z-Achse

ABSOLUTER VERDREHUNGSWINKEL (G93)

Bei G93 wird der Winkel mit der Maschinenachse gemessen:

- bei G17 oder G18 : die feste X-Achse
- bei G19 : die feste Z-Achse

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG UND ACHSENDREHUNG

Ein G92- oder G93-Satz kann eine Nullpunktverschiebung und Achsendrehung enthalten. Die Ausführungsfolge ist wie folgt:

- zuerst die Nullpunktverschiebung,
- dann die Achsendrehung.

Der neue Nullpunkt ist der Drehpunkt.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN G51...G59

Wird nach der Achsendrehung eine der G-Funktionen der Reihe G51 bis G59 programmiert, so wird die Funktion in den nicht gedrehten Achsen ausgeführt.

SPIEGELN UND VERGRÖßERN/VERKLEINERN

Eine Kombination von Spiegeln und/oder Vergrößern/Verkleinern und Achsendrehung ist gestattet. Die Ausführungsfolge ist wie folgt:

- zuerst Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln,
- dann die Achsendrehung.

ANGEZEIGTE KOORDINATEN

Nach der Achsendrehung beziehen sich die angezeigten Achsenkoordinaten auf die nicht gedrehten Achsen der Hauptebene.

LÖSCHEN

Die G92-Achsendrehung wird durch Programmieren der G93-Achsendrehung gelöscht.

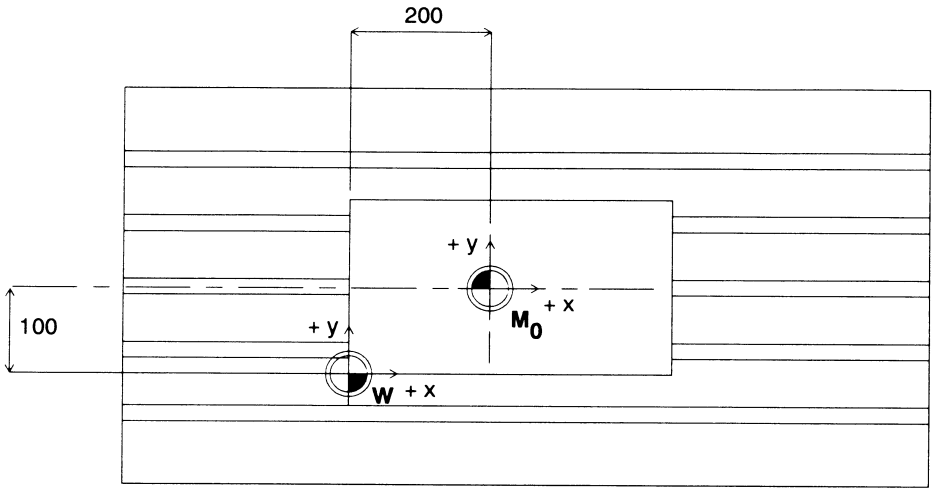
Die G92-Achsendrehung wird addiert bei der G93-Achsendrehung.

Die G93-Achsendrehung wird mit G93 B4=0 gelöscht.

Beide Arten von Achsendrehung (G92 und G93) werden durch M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiele

Beispiel 1

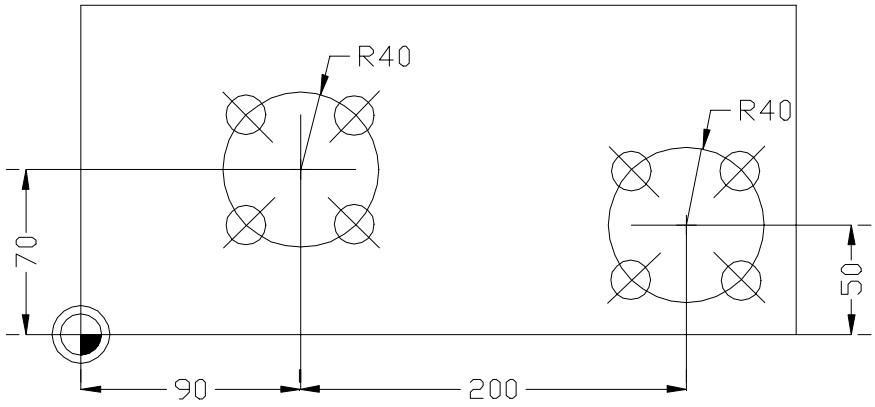


NB8556

In diesem Beispiel fällt die Werkstückmitte mit dem Maschinennullpunkt (MO) zusammen. Der Programmnullpunkt (W) wird mit Hilfe von G93 in die linke Werkstückecke gelegt, und zwar wie folgt:

N30 G93 X-200 Y-100

Beispiel 2



Vier Bohrungen sollen jeweils auf dem ersten und auf dem zweiten Lochkreis gebohrt werden. Im Programm liegt der Programmnullpunkt (W) im Mittelpunkt der Kreise. Auf diese Weise werden die Berechnungen während der Programmierung auf ein Minimum herabgesetzt.

Programm mit G92

```
N79560
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I420 J180 K-30
N4 G99 X0 Y0 Z0 I420 J160 K-10
N5 F200 S3000 T1 M6
N6 G92 X90 Y70
N7 G81 Y1 Z-12 M3
N8 G77 X0 Y0 Z0 I45 J4 R40
N9 G92 X200 Y-20
N10 G14 N1=8
N11 G92 X-290 Y-50
N12 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

N1 : Arbeitsebene setzen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Grafikfenster setzen
N4 : Grafikmaterial definieren
N5 : Werkzeug 1 einwechseln
N6 : Inkrementelle Nullpunktverschiebung
N7 : Bohrzyklus definieren.
N8 : Die vier Löcher auf dem Kreis bohren. Die Werkstückoberfläche wird durch Z=0 definiert.
N9 : Inkrementelle Nullpunktverschiebung.
N10 : Satz 8 wiederholen. Die vier Löcher auf dem Kreis bohren.
N11 : Inkrementelle Nullpunktverschiebung nach Anfangs Nullpunkt.
N12 : Programm-Ende

Programm mit G93

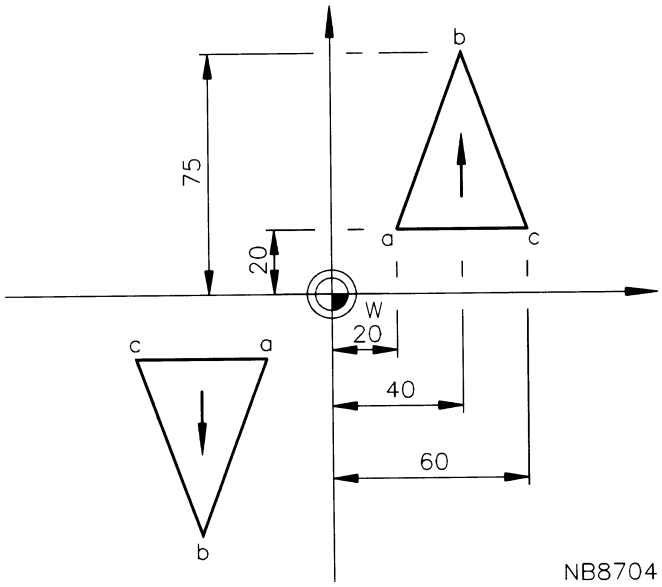
Bezogen auf den Aufspannungsnullpunkt, sieht das Programm so aus:

```
N79561
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I420 J180 K-30
N4 G99 X0 Y0 Z0 I420 J160 K-10
N5 F200 S3000 T1 M6
N6 G93 X90 Y70
N7 G81 Y1 Z-12 M3
N8 G77 X0 Y0 Z0 I45 J4 R40
N9 G93 X290 Y50
N10 G14 N1=8
N11 G93 X0 Y0
N12 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

N1 : Arbeitsebene setzen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Grafikfenster setzen
N4 : Grafikmaterial definieren
N5 : Werkzeug 1 einwechseln
N6 : Absolute Nullpunktverschiebung
N7 : Bohrzyklus definieren.
N8 : Die vier Löcher auf dem Kreis bohren. Die Werkstückoberfläche wird durch Z=0 definiert.
N9 : Absolute Nullpunktverschiebung.
N10 : Satz 8 wiederholen. Die vier Löcher auf dem Kreis bohren.
N11 : Absolut Nullpunktverschiebung nach Anfangs Nullpunkt.
N12 : Programm-Ende

Beispiel 3. Achsendrehung




```
N9300
N1 G17
N2 G54
N3 S400 T1 M6
N4 G0 X60 Y-10 Z1 M3
N5 G1 Z-16 F1000
N6 G43 Y20
N7 G41
N8 G1 X20
N9 X40 Y75
N10 X60 Y20
N11 Y-10
N12 G40
N13 G0 Z10
N14 G93 B4=180
N15 G14 N1=4 N2=12
N16 G0 Z100
N17 M30
```

Erläuterung:

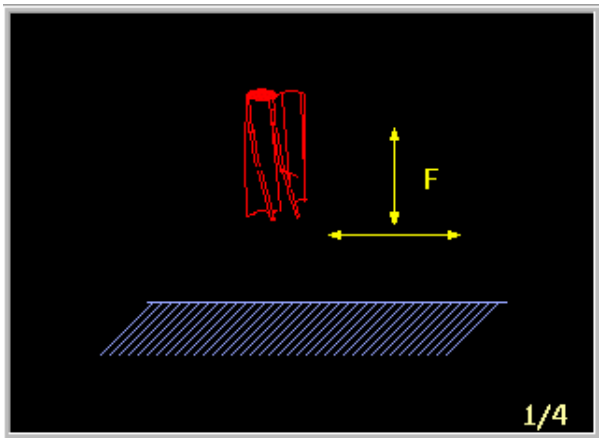
N1 : XY-Ebene auswählen.
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung aufrufen.
N3 : Werkzeug 1 einwechseln und Spindeldrehzahl setzen.
N4 : Werkzeug auf die Startposition fahren. Spindeldrehung im Uhrzeigersinn mit 400 U/min festlegen.
N5 : Werkzeug mit definiertem Vorschub auf Tiefe bewegen.
N6 : Werkzeug BIS zu Punkt C fahren.
N7-N11 : Radiuskorrektur LINKS aktivieren und Werkstück bearbeiten.
N12 : Radiuskorrektur löschen.
N13 : Werkzeug im Eilgang aus dem Werkstück herausziehen.
N14 : Achsen um 180 Grad drehen.
N15 : Die in den Sätzen N4 bis N12 programmierten Anweisungen wiederholen.
N16 : Werkzeug vom Werkstück zurückziehen.
N17 : Achsendrehung löschen und Programm-Ende.

5.50 G94/G95 Auswahl Vorschub Einheit

Zweck

Die CNC informieren, wie sie die programmierte Vorschubgeschwindigkeit (F-Wort) zu verwerten hat.

Bei Drehbetrieb siehe auch Paragraph 12.5 "Erweiterung Auswahl Vorschub Einheit" auf Pagina 557.

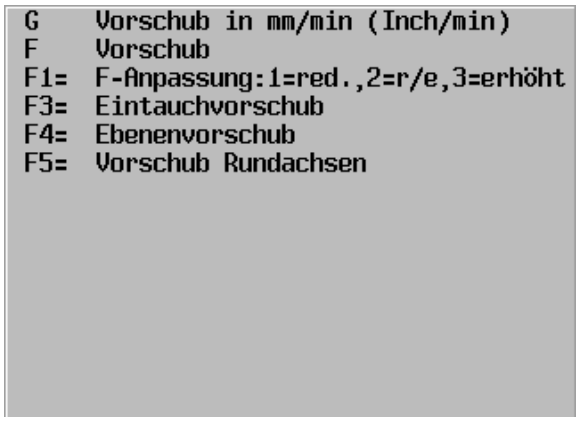


G94	:	Vorschub in mm/min oder Inch/min.
G95	:	Vorschub in mm/U oder Inch/U.
G94 F5=	:	Vorschub der Rundachsen F5=0 Grad/min (Grundstellung) F5=1 mm/min oder Inch/min

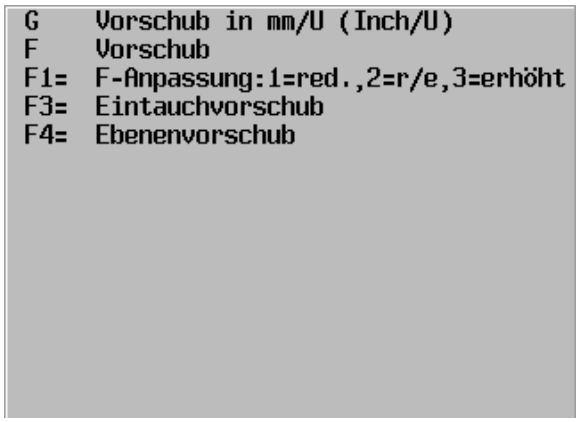
Format

N... G94/G95 F...
N... G94 F5=.

Parameter



G94



G95

Modale Parameter

F, S, T, M

F1= F-Anpassung:1=reduciert, 2=reduciert oder erhöht, 3=erhöht.

F3= Eintauchvorschub

F4= Ebenenvorschub

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND

Beim Einschalten des CNC-Systems oder bei Softkey CNC rücksetzen, M30, Softkey Programm abbrechen ist G94 automatisch wirksam.

MAßEINHEIT

Die Maßeinheit für die beiden Funktionen wird von den Funktionen G71 (metrisch) oder G70 (Inch) bestimmt.

UMRECHNUNG IN EINEN VORSCHUB VON EINHEITEN/MIN

Bei aktiver G95 wird der F-Wert automatisch von der CNC in einen in mm/min (bzw. Inch/min) ausgedrückten Vorschub umgerechnet. Ist die Maschine mit einem Spindelgeber ausgestattet, so wird die erfasste Spindeldrehzahl für die Umrechnung verwendet.

MASCHINEN MIT KINEMATISCHEM MODELL

Die Funktion G94 F5= ist nur möglich, wenn für die Maschine ein kinematischem Modell definiert ist. (MC312 muss aktive sein).

RUNDACHSENRADIUS BERECHNUNG G94 F5=1

In Maschinen mit dem kinematischem Modell, kann der Drehachsenradius zwischen dem Mittelpunkt der Rundachse und des Werkstückes berechnet werden. Dadurch braucht A40=, B40= und C40= nicht mehr programmiert werden.

AUSSCHALTEN G94 F5=1

G94 F5=1 wird aufgehoben durch G94 F5=0, G95, die Programmierung mit A40=, B40= oder C40= in G0 oder G1, M30, <Programm Abbruch> oder <CNC rücksetzen>.

Beispiel

N... G94
N... G1 X... Y... F200

Das Werkzeug wird mit einem Vorschub von 200 mm/min auf eine durch die Koordinaten X... und Y... definierte Position gefahren.

N... G95
N... G1 X... Y... F.5

Das Werkzeug wird mit einem Vorschub von 0,5 mm/U auf eine durch die Koordinaten X... und Y... definierte Position gefahren.

5.51 G96/G97 Konstante Schnittgeschwindigkeit

Zweck

G96 Programmierung Konstante Schnittgeschwindigkeit.

G97 Abschalten Konstante Schnittgeschwindigkeit.

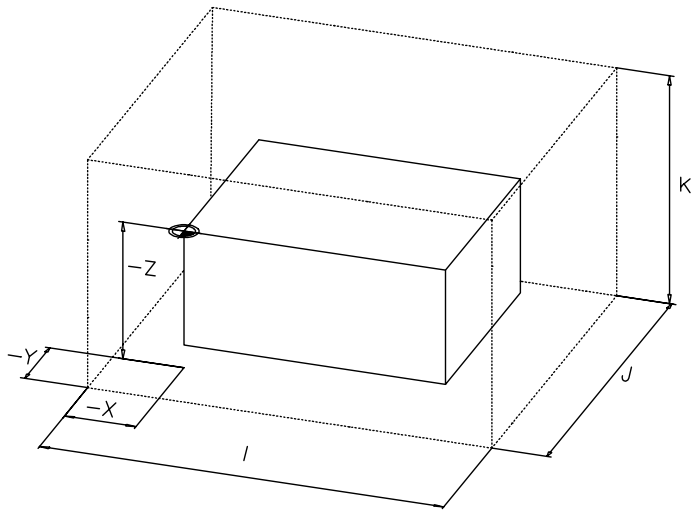
Für Beschreibung siehe Paragraf 12.6 in Kapitel "Drehbetrieb" auf Pagina 557

5.52 G98 Grafikfensterdefinition

Es empfiehlt sich, bei der Erstellung neuer Programme immer die Funktion G195 einzusetzen.

Zweck

Definieren der Lage relativ zum Programmnullpunkt W und der Abmessungen eines 3D-Grafikfensters, in dem die Werkstückbearbeitung durch grafische Simulation dargestellt werden soll.



3D-Grafikfensterdefinition

Format

N... G98 X... Y... Z... I... J... K... {B...} {B1=...} {B2=...}

Parameter

G	Grafikfensterdefinition
X	Anfangskoordinate
Y	Anfangskoordinate
Z	Anfangskoordinate
B	Rotation Rundachse hor. (3D)
I	Abmessung parallel zu X
J	Abmessung parallel zu Y
K	Abmessung parallel zu Z
B1=	Rotation Rundachse vert. (3D)
B2=	Rotation dritte Rundachse (3D)

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G99, G195 bis G199

Hinweise und Verwendung

GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG

Für die Möglichkeiten der grafischen Unterstützung, sowie deren Anwendung, siehe Anhang GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG am Ende dieser Anleitung.

GRAFIKFENSTER

Das Fenster, d.h. ein begrenzter Bildschirmbereich, ist ein rechteckiger 3D-Raum, dessen Abmessungen durch die Funktion G98 definiert sind. Die Werkstückmaße sind in einem G99-Satz definiert.
Das Fenster wird bei der grafischen Simulation benutzt, ebenso wie bei der Synchrongrafik, bei der die eigentlichen Werkzeugbewegungen an der Maschine simultan am CNC-Bildschirm ablaufen.

STANDARD-FENSTERABMESSUNGEN

Wenn keine 3D-Fensterabmessungen definiert sind, so werden an ihrer Stelle automatisch die Entfernungen der Software-Endschalter als Standardmaße verwendet.

WERKZEUGSYMBOL

Dem Werkzeug im Werkzeugspeicher kann ein Werkzeugsymbol zugeordnet werden. Dazu steht eine Reihe von Symbolen zur Auswahl. Das betreffende Symbol wird bei der Simulation der Werkstückbearbeitung herangezogen.
Für die Auswahl eines Werkzeugsymbols siehe die Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch).

BETRACHTUNGSWINKEL (B, B1=, B2=)

Bei der Simulationsgrafik und der 3D-Liniengrafik lässt sich das Werkstück in gedrehter Lage betrachten. Die einzelnen Winkel, unter denen das gedrehte Werkstück am Bildschirm betrachtet werden kann, werden durch B, B1= und B2= definiert.

	B Drehbewegung um	B1= Drehbewegung um	B2= Drehbewegung um
XY-Ebene (G17)	X-Achse	Y-Achse	Z-Achse
XZ-Ebene (G18)	Z-Achse	X-Achse	Y-Achse
YZ-Ebene (G19)	Y-Achse	Z-Achse	X-Achse

Weitere Methoden zur Auswahl des Betrachtungswinkels sind der Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch) zu entnehmen.

STANDARD-BETRACHTUNGSWINKEL

Wenn keine Betrachtungswinkel programmiert sind, so werden an ihrer Stelle automatisch die folgenden festvorgegebenen Winkel verwendet: B60, B1=30, B2=0

Hinweis : Im Programm muss die Funktion G98 vor der Funktion G99 stehen.
Es empfiehlt sich, bei der Erstellung neuer Programme die Funktion G195 einzusetzen.

Beispiel

```
N9000
N1 G98 X-20 Y20 Z-25 I140 J-90 K85
N2 G99 X-15 Y15 Z-20 I130 J-80 K75
```

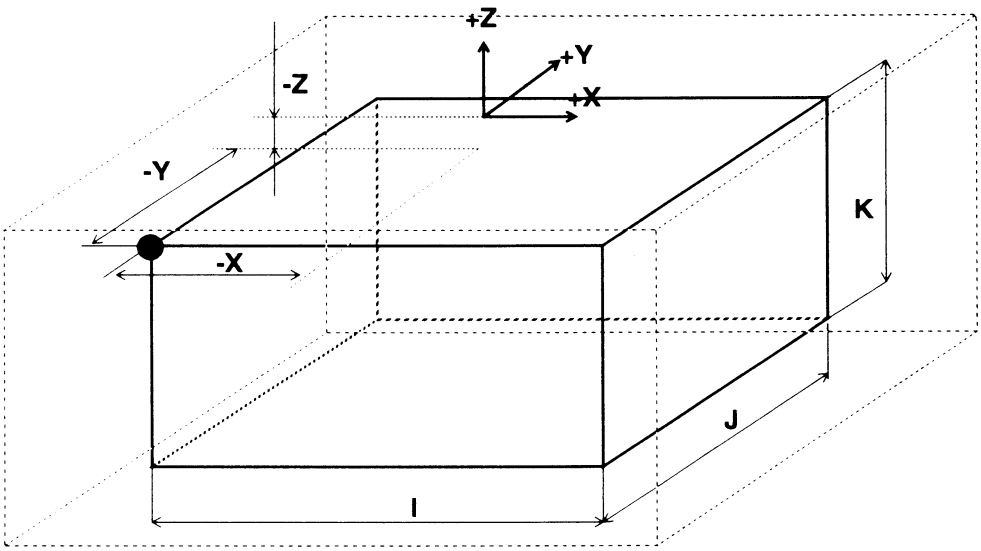
Erläuterung:

N1 Anfangspunkt und Abmessungen des 3D-Grafikfensters definieren
N2 Rohteil als 3D-Raum definieren

5.53 G99 Grafik: Materaldefinition

Zweck

Definieren der Abmessungen eines als Rohteil verwendeten 3D-Raums und der Lage dieses Rohteils bezogen auf den Programmnullpunkt W. Die Abmessungen werden bei der grafischen Simulation des Teileprogrammablaufs benötigt. (Die Funktion wird in Verbindung mit G98 verwendet).



NB8766

Format

N... G99 X... Y... Z... I... J... K...

Parameter

G	Grafik: Materialdefinition
X	Anfangskoordinate
Y	Anfangskoordinate
Z	Anfangskoordinate
I	Abmessung parallel zu X
J	Abmessung parallel zu Y
K	Abmessung parallel zu Z

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G98, G196 bis G199

Hinweise und Verwendung

UNREGELMÄßIG WERKSTÜCKFORM

Wenn das Rohteil nicht mit einem bestimmten 3D-Raum definiert werden kann, so sind zum Definieren eines unregelmäßig gestalteten Werkstücks die Funktionen G196 bis G199 einzusetzen.

EINSCHRÄNKUNG

Die Funktion G99 kann jeweils nur einmal im Teileprogramm enthalten sein.

Die Verfügbarkeit der Funktion G99 erlauben es, die für die CNC 3000 entwickelten Teileprogramme auch an der CNC Pilot einzusetzen. Im Unterschied zur CNC 3000 kann an der CNC Pilot jeweils nur eine G99-Funktion im Programm enthalten sein. Für den Fall ein bestimmtes CNC3000-Programm mehr als eine G99-Funktion enthält, muss der Kontur unter Verwendung der Funktionen G196 bis G199 umprogrammiert werden.

Hinweise: Im Programm muss die Funktion G98 vor der Funktion G99 stehen.

Es empfiehlt sich, bei der Erstellung neuer Programme die Funktionen G196 bis G199 einzusetzen.

Beispiel

```
N9000
N1 G98 X-20 Y-20 Z20 I140 J90 K-85
N2 G99 X0 Y0 Z0 I100 J50 K-55
```

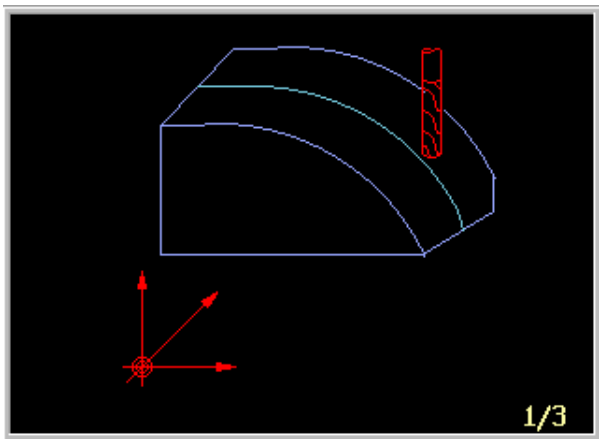
Erläuterung:

N1 : Abmessungen des 3D-Grafikfensters definieren
N2 : Rohteil als 3D-Raum definieren

5.54 G141 3D-Werkzeugkorrektur mit Dynamischem TCPM

Zweck

Erlaubt das Korrigieren der Werkzeugmaße für eine 3D-Werkzeugbahn, die durch ihre Endpunktkoordinaten und normalisierten, senkrecht zur Oberfläche stehenden Vektoren in diesen Punkten programmiert ist.



Format

Zum Aktivieren der 3D-Werkzeugkorrektur:
N... G141 {R..} {R1=..} {L2=}

Zum Programmieren geradliniger Bewegungen:
G141
N... G0/G1 [Endpunktkoordinaten] [I.. J.. K..]

TCPM mit aktivem kinematischem Modell
N... G0/G1 [Endpunktkoordinaten] {I.. J.. K..} {I1=.. J1=.. K1=..} {A, B, C} {F..}

Zum Löschen der 3D-Werkzeugkorrektur:
N... G40

Parameter

G	3D-Werkzeugkorrektur
R	Nominaler Werkzeugradius
L2=	Rundachsen (0=kürzest, 1=absolut)
R1=	Nominaler Werkzeugeckenradius

Bei G141

R	Nominaler Werkzeugradius
R1=	Nominaler Werkzeugeckenradius
L2=	Rundachsen (0=kürzest, 1=absolut)

Bei G0/G1

X, Y, Z	Lineare Endpunktkoordinaten
I, J, K	Achsenkomponenten des Flächennormalvektors
I1=, J1=, K1= **(TCPM)**	Achskomponenten des Werkzeugvektors
A, B, C **(TCPM)**	Rundachsenkoordinaten des Werkzeugvektors
F	Vorschub auf der Bahn

Modalwörter

F, S, bestimmte M-Funktionen

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G40 und für die Radiuskorrektur in einer Ebene G41 bis G44

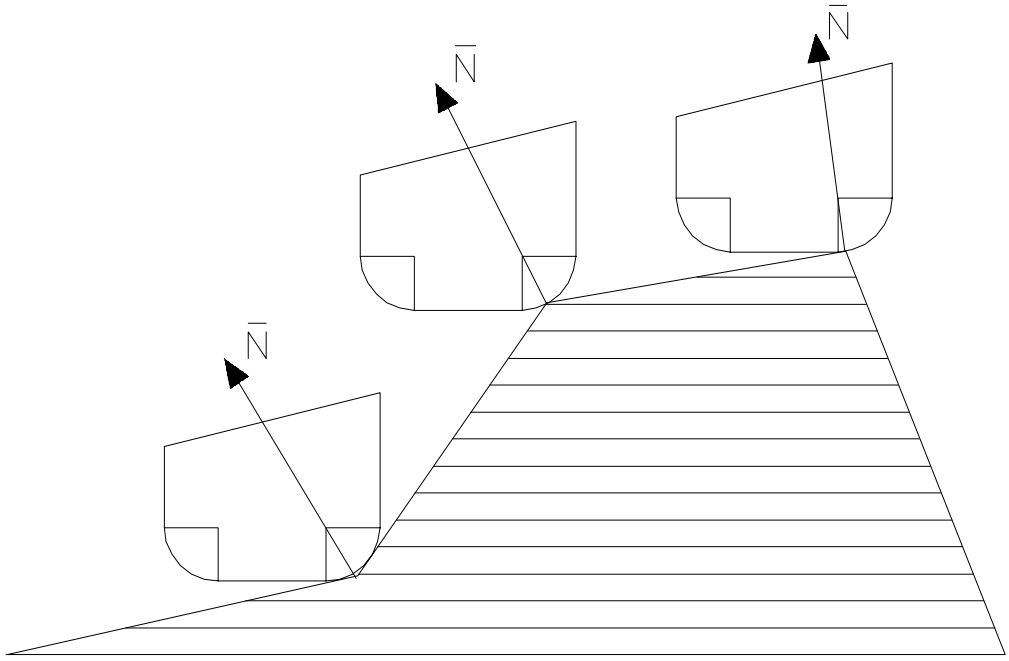
Für TCPM G8

Allgemeine Grundlagen G141

Beim Fräsen einer 3D-Oberfläche wird ein Werkzeug mit geradlinigen Bewegungen und einer bestimmten Toleranz entlang der Oberfläche gefahren.
Die Berechnung der Werkzeugbahn auf einer 3D-Oberfläche erfordert eine Vielzahl von Berechnungen, die üblicherweise von einem NC-Programmiersystem oder einem CAD-System vorgenommen werden.
Die errechnete Werkzeugbahn hängt von der Werkzeugform, den Werkzeugmaßen und der Toleranz auf der Oberfläche ab.

Bei der Ausführung des betreffenden Programms **ohne G141**, muss der eingesetzte Fräser die gleichen Maße aufweisen wie bei den Berechnungen, d.h. es muss ein Nominalfräser verwendet werden.
Falls bei der Bearbeitung der 3D-Oberfläche ein neues Werkzeug benötigt wird, so muss auch dieses Werkzeug die gleichen Maße aufweisen, wie das **Nominalwerkzeug** aufweisen.
Werden Maßabweichungen am Werkstück festgestellt, so muss eine neue Berechnung über das Programmiersystem vorgenommen werden.

Die 3D-Werkzeugkorrektur **(G141)** erlaubt die Anwendung von Werkzeugen, deren Maße von den Maßen der Nominalfräser abweichen. Die Korrekturen werden mit Hilfe von Richtungsvektoren vorgenommen, die zusammen mit den Endpunktkoordinaten vom Programmiersystem erzeugt werden.
Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Werkstückmaße vom Programmiersystem und die Werkzeugbahn von der CNC aus den normalisierten Vektoren und den Werkzeugmaßen errechnen zu lassen.



$\bar{N}$ = Flächennormalvektor (I, J, K)

Hinweise und Verwendung

Die Werte von R.. und R1=.. sollten den nominalen Werkzeugmaßen, wie sie vom **Programmiersystem** zur Berechnung der Werkzeugbahn herangezogen werden, entsprechen. Wenn diese Werte nicht programmiert sind, werden diese automatisch Null.

RADIUS (R, R1=)

R definiert den Werkzeugradius, womit im CAD-System die Endpunkte der G0/G1-Sätzen berechnet sind.

R1= definiert den Werkzeugeckenradius, womit im CAD-System die Endpunkte der G0/G1-Sätzen berechnet sind.

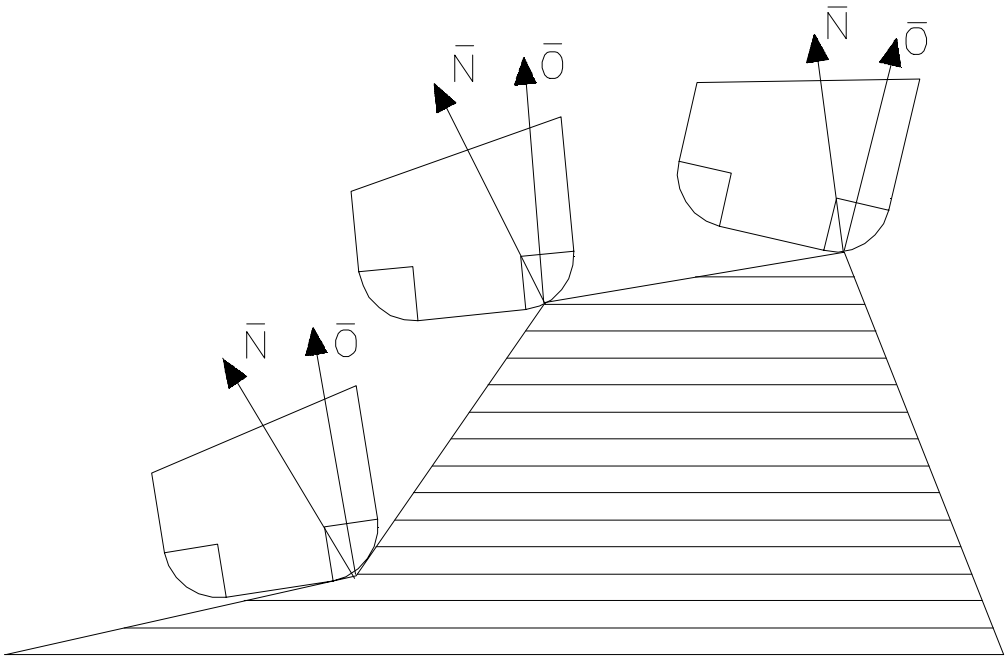
Allgemeine Grundlagen TCPM

Position der Werkzeugspitze beim Positionieren von Schwenkachsen beibehalten (TCPM).
(TCPM ist "Tool Center Point Management").

Mit **G141 '3D-Werkzeugkorrektur ohne TCPM'** kann eine gekrümmte (CAD-)Oberfläche, unter Berücksichtigung der aktuellen Werkzeugmaße gefahren werden. Dabei wird die Bahn mit Endpunktkoordinaten und senkrecht zur Oberfläche stehenden Vektoren beschrieben. Die G141-Funktion führt nur die drei Linearachsen aber nicht die Rundachsen. Dadurch steht das Werkzeug immer in gleicher Richtung und wird nicht unter technologischem, optimalem Winkel auf der Werkstückoberfläche geführt.

Mit **G8 'Werkzeug Orientierung'** (statisches TCPM) kann das Werkzeug unter einem technologischem, optimalem Winkel auf die Werkstückoberfläche gestellt werden. Die G8-Funktion ist eine Zustellbewegung und kann nicht kontinuierlich auf einer gekrümmten Oberfläche während einer Bahnbewegung verwendet werden.

Bei **G141 mit dynamischem TCPM** wird das Werkzeug unter einem technologischem, optimalem Winkel auf einer gekrümmten Werkstückoberfläche geführt. Dabei werden die aktuellen Werkzeugmaße berücksichtigt. Dynamisches TCPM wird für 5 Achsen fräsen verwendet. Dynamisches TCPM führt auch die Rundachsen. Dabei wird das Werkzeug senkrecht oder mit einer programmierten Orientierung auf der gekrümmten Werkstückoberfläche geführt.



$\bar{N}$ = Flächennormalvektor (I, J, K)

$\bar{O}$ = Werkzeugvektor (I1=, J1=, K1=) oder (A, B, C)

Das Programmierformat der Linearsätze, innerhalb G141, wird mit der Möglichkeit des Programmierens eines Werkzeugvektors erweitert. Mögliche Kombinationen sind Flächennormalvektor und/oder Werkzeugvektor. Wenn nur der Werkzeugvektor verwendet wird, dann muss die Werkzeugkorrektur im CAD-System berechnet werden.

G7 darf aktiv sein. In diesem Fall sind die Flächennormal- und Werkzeugvektors in der G7-Ebene definiert.

Hinweise und Verwendung

ADRESSEN (R, R1=, L2=) **(TCPM)**

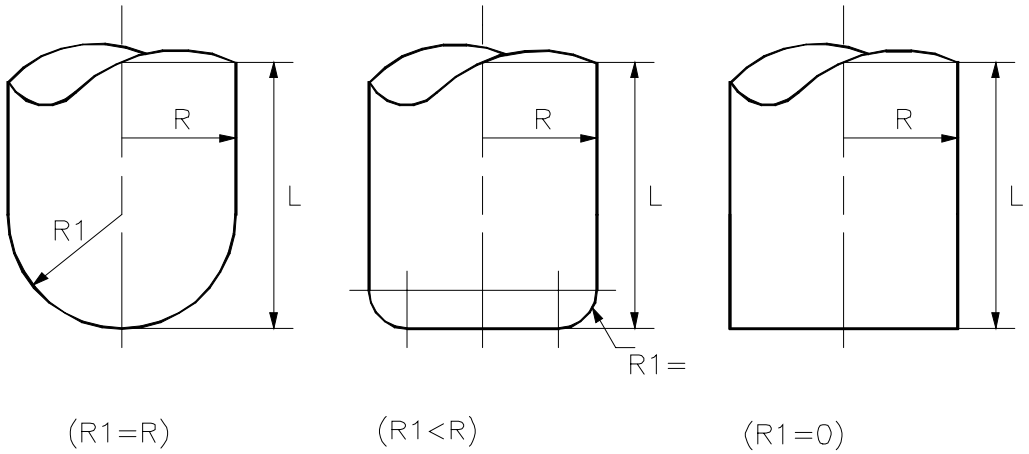
R definiert den Werkzeugradius, mit dem im CAD-System die Endpunkte der G0/G1-Sätzen berechnet wurden.

R1= definiert den Werkzeugeckenradius, mit dem im CAD-System die Endpunkte der G0/G1-Sätzen berechnet wurden.

L2= 0 Rundachsen fahren den kürzesten Weg (Grundstellung)

1 Rundachsen fahren ihre absolute Position an (bei Rundachsen-Programmierung).

MÖGLICHE WERKZEUGE



Bei der G141-Funktion verwendete Werkzeuge

WERKZEUGSPEICHER

Zur Anwendung unterschiedlicher Werkzeugtypen sind nachfolgende Maßangaben in den Werkzeugspeicher zu laden:

Radiusfräser	: R (Werkzeugradius), L (Werkzeuglänge), C (=Werkzeugradius)
Radiusschaftfräser	: R (Werkzeugradius), L (Werkzeuglänge), C= (Rundungsradius)
Schaftfräser	: R (Werkzeugradius), L (Werkzeuglänge), C0

Wenn kein C-Wert angegeben ist, wird C automatisch zu 0.
Der Standard Fräser ist somit ein Schaftfräser.

Hinweis: Der Rundungsradius im G141-Satz wird mit dem Wort R1= programmiert. Mit dem C-Wort wird der Rundungsradius in den Werkzeugspeicher abgelegt.

ERZEUGTE WERKZEUGBAHN

Wenn das Programmiersystem die Werkzeugbahn erzeugt (Flächennormalvektor programmiert), so werden die Maße des Nominalwerkzeuges (R.. und R1=..) im G141-Satz programmiert. Der im Werkzeugspeicher abgelegten Werkzeugmaße werden von der CNC zum Korrigieren der Werkzeugbahn benutzt.

WERKSTÜCKMAßE

Wenn das Programmiersystem die Werkstückmaße erzeugt (Flächennormalvektor und Werkzeugvektor programmiert), so werden die Wörter R.. und R1=.. nicht im G141-Satz programmiert. Die im Werkzeugspeicher abgelegten Werkzeugmaße werden von der CNC zum Errechnen der Werkzeugbahn benutzt.

AKTIVIEREN VON G141

Im ersten Satz nach G141 fährt der Fräser von der aktuellen Werkzeugposition auf die korrigierte Position in diesem Satz.

ENDPUNKTKOORDINATEN

Es können lediglich absolute oder inkrementelle (X, X90, X91) kartesische Maßangaben verwendet werden.
Bis V420 müssen die Koordinaten im ersten G141-Satz absolut sein und werden gemessen vom Programmnullpunkt W.

SPIEGELN

Ist die Funktion Spiegeln (G73 und Achsenkoordinate) wirksam, bevor G141 aktiviert wird, so werden während der 3D-Werkzeugkorrektur, die gespiegelten Koordinaten verwendet.
Nach der Aktivierung von G141 ist Spiegeln nach wie vor möglich. Spiegeln wird mit der Funktion G73 aufgehoben.

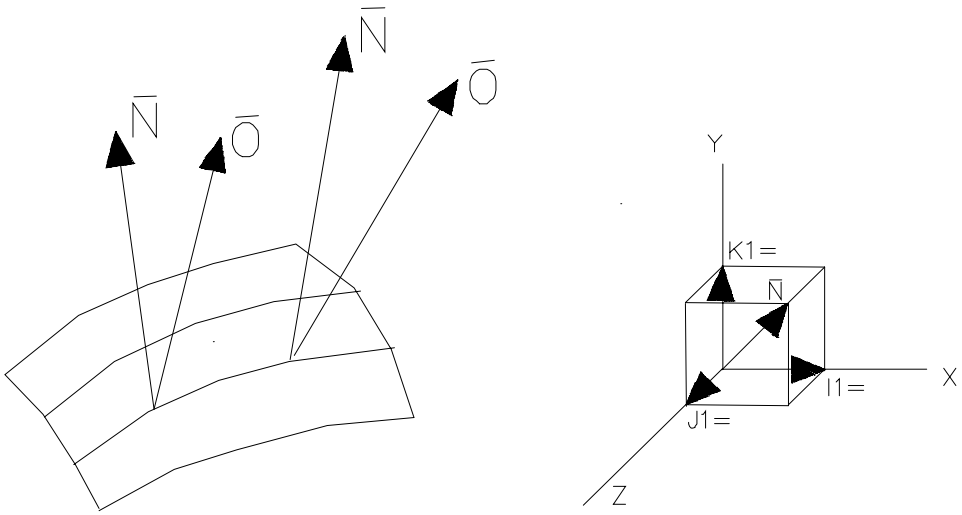
RADIUSKORREKTUR G41...G44

Nach der Aktivierung eines G141-Satzes wird die wirksame, mit G41...G44 programmierte Radiuskorrektur gelöscht.

FLÄCHENNORMALVECTOR (I, J, K) **(TCPM)**

Definiert den Flächennormalvektor senkrecht zur Oberfläche.

Der Flächennormalvektor steht senkrecht zur Werkstückoberfläche. Das Werkzeug wird so positioniert, dass dieser Vektor immer durch den Mittelpunkt der Werkzeugeckenrundung geht. Dieser Vektor steuert die Positionierung der Linearachsen innerhalb G141.



VEKTORKOMPONENTE

Die Vektorkomponenten der Achsen sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

Wenn in einem Satz keine Vektorkomponenten programmiert ist, so wird der zuletzt programmierte Wert benutzt.

Wenn im ersten Satz keine Komponente programmiert ist, so wird die nicht programmierte Komponente Null.

MAßSTABFAKTOR

Das Eingabeformat der Vektoren (I, J, K, I1=, J1=, K1= Wörter) ist auf drei Nachkommastellen begrenzt. Die Flächennormal- und Werkzeugvektoren brauchen aber nicht die Länge 1 zu haben. Zum Steigern der Maßgenauigkeit können die betreffenden Werte mit einem Maßstabfaktor zwischen 1 und 1000 multipliziert werden. Mit dem Faktor 1000 z.B. wird die Eingabegenauigkeit der Vektorkomponenten auf sechs Stellen erhöht.

HINTERSCHNEIDUNGEN

Hinterschneidungen bzw. Kollisionen zwischen Werkzeug und Material, an nicht zu bearbeitenden Punkten, werden von der CNC nicht erkannt.

KINEMATISCHES MODELL **(TCPM)**

Das kinematische Modell wird für die Berechnungen innerhalb G141 verwendet.
Wenn kein kinematisches Modell aktiv (MC312 'Freie Bearbeitungsebene = 0) ist, bleibt G141 kompatibel mit der G141-Funktion in älteren CNC-Versionen.

WERKZEUGVEKTOR **(TCPM)**

I1=, J1=, K1=	Achskomponenten des Werkzeugvektors
Oder	
A, B, C	Rundachsenkoordinaten des Werkzeugvektors

Der Werkzeugvektor oder die Rundachsenkoordinaten geben die Richtung der Werkzeugachse an. Das Werkzeug wird so gedreht, dass es parallel zu diesem Vektor steht. Dieser Vektor steuert die Positionierung der Rundachsen (und die dazugehörende Ausgleichsbewegung mit Linearachsen) innerhalb G141.

LÖSCHEN

Die Funktion G141 wird mit G40, M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Der Fräser stoppt an der zuletzt korrigierten Position. Die Rundachsen werden nicht automatisch zurück gedreht.

ZU LÖSCHENDE FUNKTIONEN

Bei Betrieb mit G141 müssen die Funktionen G64, Maßstabänderung (G73 A4=..), Achsenrotation (G92/G93 B4=..) und G182 gelöscht werden.

Die folgenden G-Funktionen sind, wenn G141 **(TCPM)** eingeschaltet wird, zugelassen:

Grundbewegungen	0, 1, 7
Ebenen	17, 18
Programmsteuerung	14, 22, 23, 29
Positioniervorschub	4, 25, 26, 27, 28, 94, 95, 96, 97
Radiuskorrektur	39, 40, 141
Nullpunkte	51, 52, 53, 54, 92, 93
Geometrie	72, 73
Betriebsarten der Koordinaten-Messung	70, 71, 90, 91
Grafik	195, 196, 197, 198, 199

Wenn eine nicht zugelassene G-Funktion programmiert ist, wird die Fehlermeldung P77 'G-Funktion und Gxxx nicht erlaubt' ausgegeben.

Folgenden G-Funktionen sind zugelassen, wenn G141 **(TCPM)** aktiv ist:

Grundbewegungen	0, 1
	Parameter von G0 und G1 sind beschränkt
	G0 ohne Positionierlogik
Programmsteuerung	14, 22, 23, 29
Positioniervorschub	4, 25, 26, 27, 28, 94, 95, 96, 97
Radiuskorrektur	40, 141
	G40 schaltet G141 ab
Nullpunkte	51, 52, 53, 54, 92, 93
Geometrie	72, 73
Betriebsarten der Koordinaten-Messung	90, 91

Wenn eine nicht zugelassene G-Funktion programmiert wird, wird die Fehlermeldung P77 'G-Funktion und G141 nicht erlaubt' ausgegeben.

PROGRAMMIEREINSCHRÄNKUNGEN

Nicht erwähnte G-Funktionen dürfen nicht verwendet werden.
Punktdefinitionen (P) und E-Parameter dürfen nicht verwendet werden.
Nach Aktivierung von G141 darf kein Werkzeugwechsel vorgenommen werden.

Hinweise und Verwendung für TCPM

KOLLISIONSGEFAHR

Wenn G141 eingeschaltet wird, kann es eine ähnliche Ausgleichsbewegung wie bei G8 geben.

Bei der Einschaltbewegung darf die Werkzeugspitze nicht auf der Werkstückoberfläche stehen und sollte mindestens mit dem Abstand des Werkzeugdurchmessers vom Material programmiert werden.

Bemerkung: Beim Abschalten von G141 über G40, M30 oder Programmabbruch gibt es keine Ausgleichbewegung und die Rundachsen bleiben in der letzten Position stehen.

Beim Wegfahren der Kontur kann es passieren, dass der Tisch mit dem Werkstück 180 Grad gedreht wird, um die programmierte Werkzeugrichtung zu erreichen. **ACHTUNG KOLLISIONSGEFAHR**.

UNTERSCHNEIDUNG

Wenn sich die Werkzeugrichtung innerhalb eines G1 Satzes ändert, wird diese Werkzeugrichtungsänderung interpolierend mit der Bewegung zum Endpunkt ausgeführt. Dabei wird die Bahn zwischen Beginn- und Endpunkt für Unterschneidungen korrigiert.

Unterschneidung wird während den Satzübergängen nicht erkannt. Diese Unterschneidung soll durch Einfügen eines Satzes ohne Endpunkte und mit nur einer Änderung des Werkzeugvektors vom CAD-System korrigiert werden. In diesem Fall dreht das Werkzeug um den Werkzeugkontaktpunkt bis die neue Werkzeugrichtung erreicht ist.

ANZEIGE

Wenn G141 aktiv ist, wird ein gelbes Icon hinter der Werkzeugnummer angezeigt und man kann den programmierten G141 Werkzeugvektor (I1, J1, K1) im Bearbeitungsstatus sehen (auf der Stelle von G7/G8).

Bemerkung: Wenn G7 und G141 gleichzeitig aktiv sind, sieht man den G7-Winkel oder Vektor.

Mit einem kleinen 'p' rechts unten bei den 'Achsenbuchstaben', wird angezeigt, ob die Position des Werkzeugkontaktpunktes oder die Position in Maschinenkoordinaten ist. Die Anzeige wechselt mit dem gleichen Softkey wie bei G7.

VORSCHUB

Der programmierte Vorschub gilt für den Kontaktpunkt zwischen Oberfläche und Werkzeug. Der Werkzeugkopf kann andere Bewegungen ausführen.

FEHLERMELDUNGEN

P341 Werkzeugvektor nicht korrekt

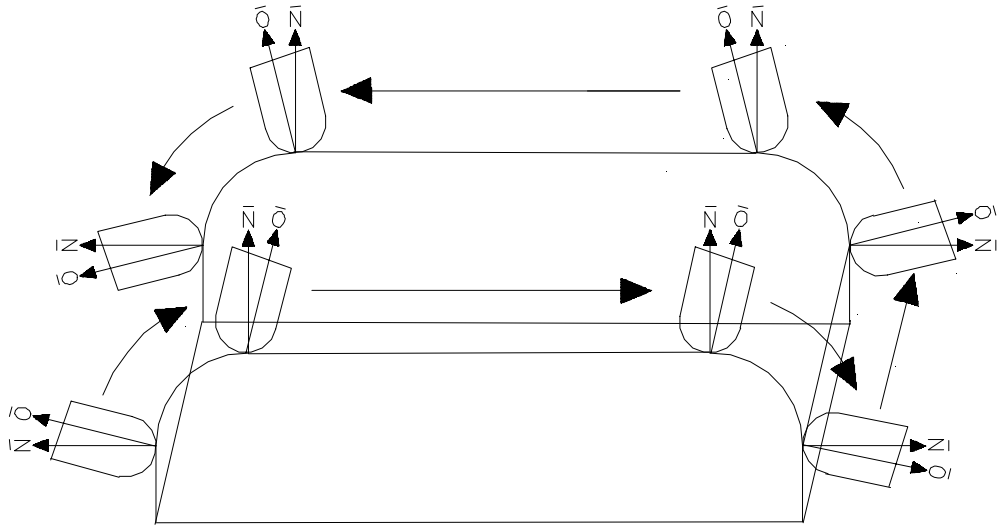
Der Werkzeugvektor (I1=, J1=, K1=) ist nicht korrekt. Diese Fehlermeldung wird generiert, wenn alle Komponenten des Vektors null sind.

P342 Flächennormalvektor nicht korrekt

Der Flächennormalvektor (I, J, K) ist nicht korrekt. Diese Fehlermeldung wird generiert, wenn alle Komponenten des Vektors null sind.

Beispiel: G141 und TCPM

Werkzeugvektor mit (I1=, J1=, K1=)
Dieser Programmierung ist Maschine unabhängig.



N113 (Rechteck Material mit oben Rundungen (R4) und geschwenktem Werkzeug (5 Grad))
N1 G17
N2 T6 M67 (Kugelfräser Rund 10: In Werkzeugtabelle T6 R5 C5)
N3 G54 I10
N4 G0 X0 Y0 Z0 B0 C0 S6000 M3
N5 F50 E1=0
N6 G141 R0 R1=0 L2=0 (alle Grundstellungen, brauchen nicht programmiert zu werden)
N7 (R ist in CAD System 0 mm)
N8 (R1 ist in CAD System 0 mm)
N9 (L2=0 Rundachsen fahren kürzesten Weg)
N10
N11 G0 X-1 Y=E1 Z0 I1=-1 K1=0
N12 (Generiert in CAD System)
N13 (Bogen vorne links)
N14 G1 X=0 Y=E1 Z=-4 I1=-0.996194698 K1=0.087155743
N15 G1 X=0.000609219 Z=-3.930190374 I1=-0.994521895 K1=0.104528463
N16 G1 X=0.002436692 Z=-3.860402013 I1=-0.992546152 K1=0.121869343
N17 G1 X=0.005481861 Z=-3.790656175 I1=-0.990268069 K1=0.139173101

N... (Jeder Grad ein Punkt)

N100 G1 X=3.790656175 Z=-0.005481861 I1=0.034899497 K1=0.999390827
N101 G1 X=3.860402013 Z=-0.002436692 I1=0.052335956 K1=0.998629535
N102 G1 X=3.930190374 Z=-0.000609219 I1=0.069756474 K1=0.99756405
N103 G1 X=4 Z=0 I1=0.087155743 K1=0.996194698
N104 (Bogen vorne rechts)
N105 G1 X=36 Z=0 I1=0.087155743 K1=0.996194698
N106 G1 X=36.06980963 Z=-0.000609219 I1=0.104528463 K1=0.994521895

N107 G1 X=36.13959799 Z=-0.002436692 I1=0.121869343 K1=0.992546152

N…

N194 G1 X=39.99756331 Z=-3.860402013 I1=0.998629535 K1=-0.052335956
N195 G1 X=39.99939078 Z=-3.930190374 I1=0.99756405 K1=-0.069756474
N196 G1 X=40 Z=-4 I1=0.996194698 K1=-0.087155743

N197 G40
N1971 (Bogen hinten rechts)
N1972 (Aufschieben zum nächsten Schnitt)
N1973 G174 L100 (Werkzeug Rückzugbewegung)
N1974 G0 B0 C0 (Dreht Rundtischen zum originalen Koordinaten System)
N198 E1=E1+0.25
N1981 G1 Y=E1 (Bewegung in normalem X, Y, Z Koordinaten System)
N1982 G141

Oder ohne Deaktivierung von G141

N197 (Bogen hinten rechts)
N198 E1=E1+0.25 (Aufschieben zum nächsten Schnitt)

N199 G1 X=40 Y=E1 Z=-4 I1=0.996194698 K1=0.087155743
N200 G1 X=39.99939078 Z=-3.930190374 I1=0.994521895 K1=0.104528463
N201 G1 X=39.99756331 Z=-3.860402013 I1=0.992546152 K1=0.121869343

N…

N287 G1 X=36.13959799 Z=-0.002436692 I1=-0.052335956 K1=0.998629535
N288 G1 X=36.06980963 Z=-0.000609219 I1=-0.069756474 K1=0.99756405
N289 G1 X=36 Z=0 I1=-0.087155743 K1=0.996194698
N290 (Bogen hinten links)
N291 G1 X=4 Z=0 I1=-0.087155743 K1=0.996194698
N292 G1 X=3.930190374 Z=-0.000609219 I1=-0.104528463 K1=0.994521895
N293 G1 X=3.860402013 Z=-0.002436692 I1=-0.121869343 K1=0.992546152

N…

N379 G1 X=0.002436692 Z=-3.860402013 I1=-0.998629535 K1=-0.052335956
N380 G1 X=0.000609219 Z=-3.930190374 I1=-0.99756405 K1=-0.069756474
N381 G1 X=0 Z=-4 I1=-0.996194698 K1=-0.087155743
N382 E1=E1+0.25

N383 G14 N1=10 N2=389 J40

N384 G40
N385 G174 L100 (Werkzeug Rückzugbewegung)
N386 G0 B0 C0 (Dreht Rundtischen zum originalen Koordinaten System)
N387 M30

Beispiel: G141 und TCPM

Gleichen Werkstuck.
Werkzeugvektor mit (A, B, C)
Dieser Programmierung ist Maschine abhängig.

Dieses Programm ist für eine Maschine mit auf den Tisch eine B-Achse unter 45°, mit darauf eine C-Achse.

```
N114 (Rechteck Material mit oben Rundungen (R4) und geschwenktem Werkzeug (5 Grad))
N1 G17
N2 T6 M67 (Kugelfräser Rund 10: In Werkzeugtabelle T6 R5 C5)
N3 G54 I10
N4 G0 X0 Y0 Z0 B0 C0 S6000 M3
N5 F50 E1=0
N6 G141 R1=0 L2=0 (alle Grundstellungen, brauchen nicht programmiert zu werden)
N7 (R ist in CAD System 0 mm)
N8 (R1 ist in CAD System 0 mm)
N9 (L2=0 Rundachsen fahren kürzesten Weg)
N10
N11 G0 X-1 Y=E1 Z0 B180 C-90
N12 (Generiert in CAD System)
N13 (Bogen vorne links)
N14 G1 X=0 Y=E1 Z=-4 B145.658 C-113.605
N15 G1 X=0.000609219 Z=-3.930190374 B142.274 C-115.789
N16 G1 X=0.002436692 Z=-3.860402013 B139.136 C-117.782
N17 G1 X=0.005481861 Z=-3.790656175 B136.191 C-119.624

N... (Jeder Grad ein Punkt)

N100 G1 X=3.790656175 Z=-0.005481861 B2.829 C1
N101 G1 X=3.860402013 Z=-0.002436692 B4.243 C1.501
N102 G1 X=3.930190374 Z=-0.000609219 B5.658 C2.001
N103 G1 X=4 Z=0 B7.073 C2.502
N104 (Bogen vorne rechts)
N105 G1 X=36 Z=0 B7.073 C2.502
N106 G1 X=36.06980963 Z=-0.000609219 B8.489 C3.004
N107 G1 X=36.13959799 Z=-0.002436692 B9.906 C3.507

N...

N194 G1 X=39.99756331 Z=-3.860402013 B206.449 C108.384
N195 G1 X=39.99939078 Z=-3.930190374 B210.629 C111.170
N196 G1 X=40 Z=-4 B214.342 C113.605
N197 (Bogen hinten rechts)
N198 E1=E1+0.25    (Aufschieben zum nächsten Schnitt)
N199 G1 X=40 Y=E1 Z=-4 B145.658 C66.395
N200 G1 X=39.99939078 Z=-3.930190374 B142.274 C64.211
N201 G1 X=39.99756331 Z=-3.860402013 B139.136 C62.218

N...

N287 G1 X=36.13959799 Z=-0.002436692 B4.243 C-178.499
N288 G1 X=36.06980963 Z=-0.000609219 B5.658 C-177.999
N289 G1 X=36 Z=0 B7.073 C-177.498
N290 (Bogen hinten links)
N291 G1 X=4 Z=0 B7.073 C-177.498
N292 G1 X=3.930190374 Z=-0.000609219 B8.489 C-176.996
N293 G1 X=3.860402013 Z=-0.002436692 B9.906 C-176.493
```

N...

N379 G1 X=0.002436692 Z=-3.860402013 B206.449 C-71.616
N380 G1 X=0.000609219 Z=-3.930190374 B210.629 C-68.830
N381 G1 X=0 Z=-4 B214.342 C-66.395
N382 E1=E1+0.25

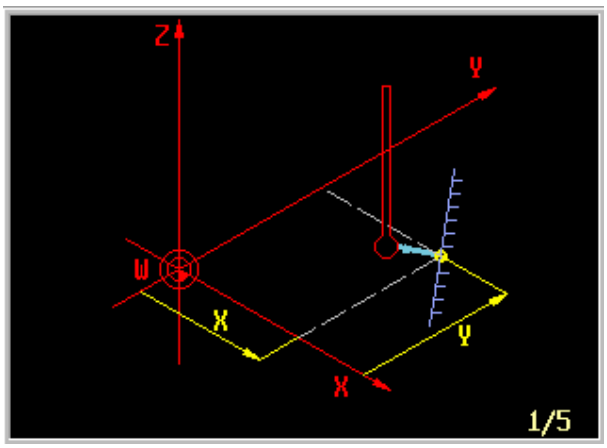
N383 G14 N1=14 N2=382 J40

N384 G40
N385 G174 L100 (Werkzeug Rückzugbewegung)
N386 G0 B0 C0 (Dreht Rundtischen zur originalem Koordinaten System)
N387 M30

5.55 G145 Lineare Messbewegung

Zweck

Ausführen einer freiprogrammierbaren linearen Messbewegung, zur Ermittlung von Achspositionen in Messzyklus-Makros.



Format

N... G145 [zu messender Punkt] [(Achsenadresse) 7=...] {S7=...} E... {F2=...} {K...} {L...} {I3=...}
N... G0 [Achsenkoordinaten]

Parameter

G	Lineare Meßbewegung
X	Endpunktkoordinate
Y	Endpunktkoordinate
Z	Endpunktkoordinate
A	Endwinkel
B	Endwinkel
K	K0:Werkzeugkorrektur ein / K1:aus
L	0:Messen bei Berühr.,1:beim Lösen
E	E-Parameter für Meßstatus
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
X7=	E-Parameter für Meßwert in X
Y7=	E-Parameter für Meßwert in Y
Z7=	E-Parameter für Meßwert in Z

A7=	E-Parameter für Meßwert in A
B7=	E-Parameter für Meßwert in B
?90=	Endpunkt abs. (X,Y,Z..)
?91=	Endpunkt inkr. (X,Y,Z..)
I3=	Status-Überwachung (0=ein, 1=aus)
L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer
F2=	Meßvorschub
S7=	E-Parameter für Meßwert in S

Messung

K	Werkzeugkorrektur	(0 = ein	1 = aus)
L	Messen	(0 = bei Berührung	1 = beim Lösen)
E	E-Parameter für Messstatus		
F2=	Messvorschub		
I3=	Statusüberwachung	(0=ein	1=aus)

Art der Funktion

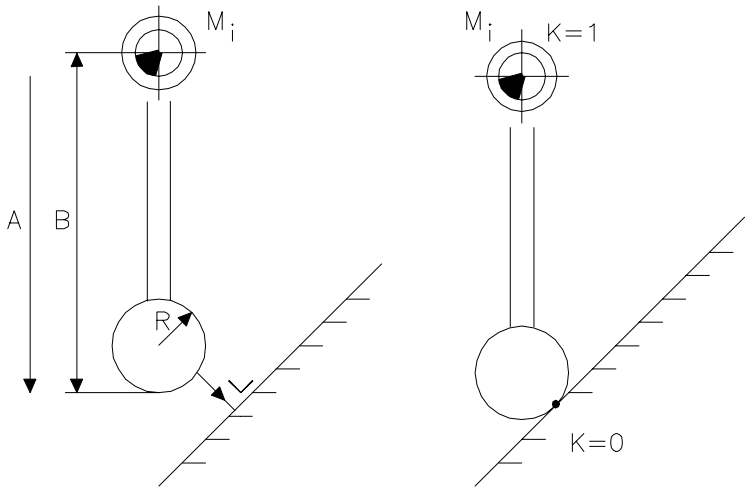
nicht modal

Zugehörige Funktionen

G148, G149, G150, G45, G46
M24, M26, M27, M28, M29

Hinweise und Verwendung

AUSGLEICH FÜR MESSTASTERMAßE (K)



A: Werkzeugachse
B: Werkzeuglänge

K0: Werkzeugkorrektur ein. Messpositionen werden auf Werkzeuglänge und Werkzeugradius hin korrigiert. Messpositionen in Rotationsachsen werden nicht auf Werkzeugdaten hin korrigiert.
K1: Werkzeugkorrektur aus. Messpositionen werden nicht korrigiert. Wenn K nicht programmiert ist, so wird automatisch K0 wirksam.

Wenn die Messpositionen auf Messtastermaße hin korrigiert werden, so gelten folgende Annahmen:
- Der Messtaster ist parallel zur Werkzeugachse angeordnet
- Der Messtaster ist vollkommen rund
- Der Messtasterbewegung erfolgt senkrecht zu der zu messenden Oberfläche

MESSBEDINGUNGEN (L)
L0 Messen durch Berühren
L1 Messen durch Lösen von der Messfläche (siehe Beispiel).
Wenn L nicht programmiert ist, so wird automatisch L0 verwendet.

SPEICHERN DES MESSWERTES [(Achsenadresse)7=]
Mit diesem Wort wird die Nummer des E-Parameter angegeben, in dem die gemessene Achsenposition gespeichert wird; X7=2 z.B. gibt an, dass der Messwert in der X-Achse in Parameter E2 gespeichert wird. X7=E1 (E1=5) bedeutet, dass der Messwert in E5 gespeichert wird.
z.B. S7=5 Winkellage der Spindel in E-Parameter 5 speichern.

Bemerkung:
Vorher S7=.. muss jemals eine M19 programmiert sein. Anders hat der Messwert der Spindelwinkel keine Bedeutung.

MESSTASTERSTATUS (E)

Nach Ausführung eines G145-Satzes kann der Messtaster einen von drei Status annehmen. Der zugeordnete E-Parameter kann daher einen der folgenden Werte aufweisen:

E... = 0: die programmierte Position wurde erreicht, es wurde jedoch kein Messpunkt ermittelt. Die zugeordneten E-Parameter mit den Messdaten bleiben unverändert.

E... = 1: es wurde während der Messbewegung ein Messpunkt ermittelt. Die Messposition in den Achsen wurde in den E-Parametern gespeichert.

E... = 2: der G145-Satz wurde während Satzsuchlauf, Testlauf oder Demobetrieb ausgeführt.

STATUS-ÜBERWACHUNG (I3=)

Der Statusüberwachung von der Messtasterstatus innerhalb der G145 kann für bestimmte Geräte (Laser) ausgeschaltet werden. Der Laser hat kein Signal. Standardwert ist Null.

MESSVORSCHUB (F2=)

Wenn F2= nicht programmiert ist, so wird automatisch die als Maschinenkonstante (MC843) gespeicherte Standardvorgabe verwendet.

Hinweis: Wenn eine Funktion für die Spindeldrehrichtung eingegeben wird (M3 oder M4), so wird diese Funktion unterdrückt und es erfolgt eine Fehlermeldung. Bei Betrieb mit G182 darf die Funktion G45 nicht verwendet werden.

SATZSUCHLAUF

Während des Satzsuchlaufs wird die Messbewegung simuliert. Die E-Parameter in denen die Messkoordinaten normalerweise gespeichert werden, bleiben unverändert. Die vom Messtaster kommender Signale werden ignoriert.

DEMO

Im Demobetrieb erfolgt eine Bewegung zur programmierten Position. Die programmierten Koordinaten werden in den E-Parametern gespeichert. Die vom Messtaster kommender Signale werden ignoriert.

TESTLAUF

Während des Testlaufs erfolgt die Messbewegung mit Testvorschub (über Maschinenkonstante (MC741) vorgegeben) oder die Bewegung wird simuliert, wenn der Testlauf ohne Bewegungen ausgeführt wird. Die programmierten Koordinaten werden in den E-Parametern gespeichert. Wenn der Messtaster während einer Bewegung getriggert wird, so wird die Bewegung abgebrochen und es erfolgt eine Fehlermeldung.

GRAFIK

Im Grafikbetrieb werden die Messbewegungen simuliert. Die programmierten Koordinaten werden in den E-Parametern gespeichert. Die vom Messtaster kommender Signale werden ignoriert.

Hinweis: In allen erwähnten Betriebsarten wird dem E-Parameter für den Messtasterstatus der Wert 2 zugeordnet. Dadurch dass dieser Parameter in den Messmakros geprüft wird, lässt sich die Verwendung von Parametern ohne Messdaten vermeiden.

UNTERBRECHUNG

Während Unterbrechung wird die G145-Bewegung als eine G1-Bewegung verarbeitet. Der Messtasterstatus sollte zwischen dem Anfangspunkt der Messbewegung und dem Unterbrechungspunkt nicht geändert werden, anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung. Eine Fehlermeldung erfolgt ebenfalls, wenn der Taster beim Wiederanfahren getriggert wird.

Beispiele

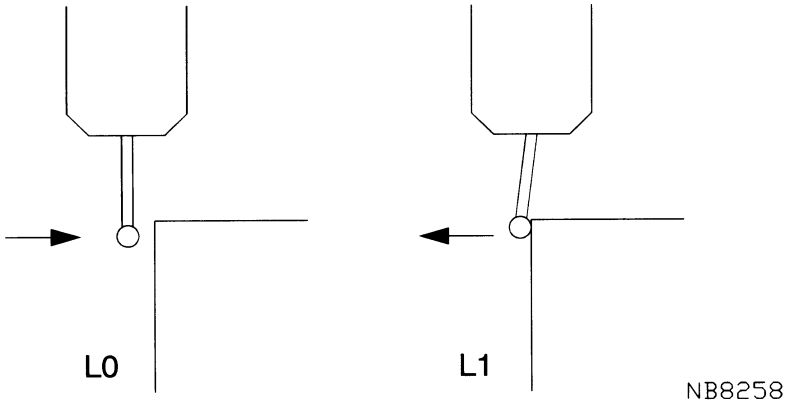
BEISPIEL 1:

```
N90 G0 X25 Y18
N95 M27
N100 G145 X35 Y28 E12 F2=100 X7=25 Y7=26
N105 M28
```

Erläuterung:

N90 : Startposition für Messbewegung
N95 : Einmalig Messtaster aktivieren
N100 : Den Punkt X35, Y28 prüfen und das Ergebnis der X- und Y-Achse in E-Parameter 25 bzw. 26 speichern. Der Zahlenwert für den Messtasterstatus wird in E-Parameter 12 gespeichert. Mit F2=100 wird der Messvorschub mit 100 mm/min festgelegt.
N105 : Messtaster ausschalten

Hinweis zur Programmierung mit L1



Es müssen zwei aufeinanderfolgende G145-Sätze programmiert werden.

:

```
N21 G0 X35
N22 G28 I3=1
N23 G145 L0 X55 F2=2000
N24 G29 E0 E0=E7<1 N=26
N25 G145 L1 X45 X7=13 F2=500
N26
```

Erläuterung:

N21 : Startposition für Messbewegung
N22 : Es ist ratsam die Positionierfunktion zu programmieren, damit die Schaltpunktposition unbedingt erreicht wird.
N23 : Es wird mit hohem Vorschub zur Messfläche gefahren. L0 muss programmiert werden.
N24 : Sprung, wenn Messschaltpunkt nicht erreicht ist
N25 : Der Messtaster misst den programmierten Punkt beim Wegfahren von der Messfläche. Die gemessene X-Koordinate wird in Parameter 13 gespeichert.

BEISPIEL 2: Messen der Werkzeuglänge an einer Messdose

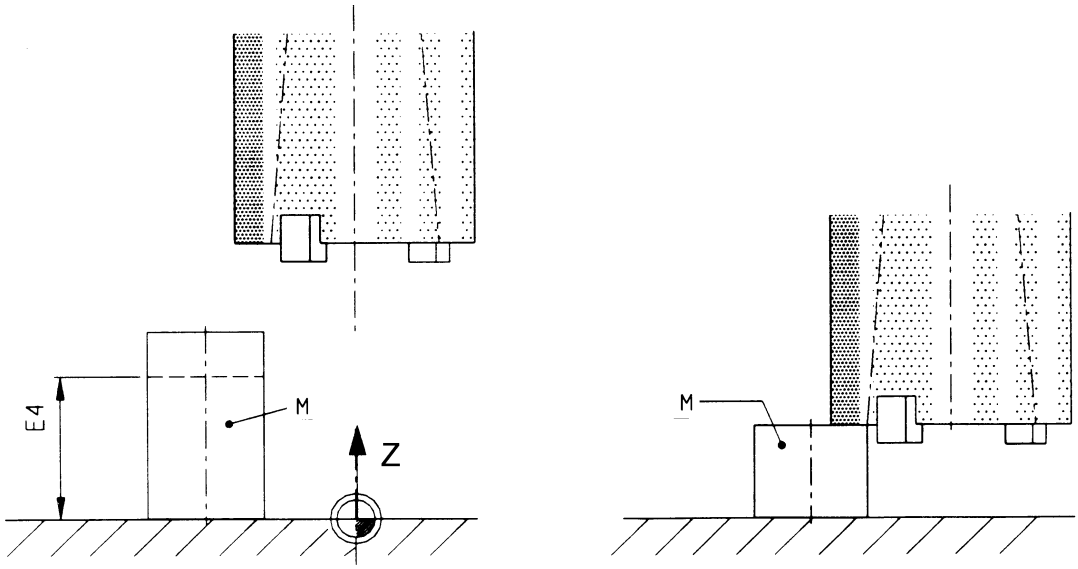
Zum Messen der Werkzeuglänge an einer Messdose genügen zwei Makros und ein Programm.
Mit der ersten Makro (N14501) wird der Schaltpunktposition der Messdose ermittelt.
Mit dem zweiten Makro (N14502) wird der eigentlichen Längenmessung vorgenommen.
Im Programm (N14503) werden die erforderlichen Parameter gesetzt und die beiden Makros aufgerufen.

Anmerkungen:
1. Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen, ob der Einsatz einer Messdose möglich ist und mit welchen M-Funktionen die Messdose in einer bestimmten Anlage ein- und ausgeschaltet wird.
2. Das Programm und die Makros dienen zum Illustrieren der Möglichkeiten der Messzyklen und E-Parameter. Die Makros lassen sich auf einfache Weise an die spezifischen Kundenanforderungen anpassen.

Verwendete Parameter

E0: E-Parameter für Sprungfunktion
E1: X-Koordinate der Messdose
E2: Y-Koordinate der Messdose
E3: Z-Koordinate des Spindelbezugspunktes
E4: Z-Koordinate der Schaltpunktposition der Messdose
E5 =0: Schaltpunktposition nicht ermittelt
=1: Schaltpunktposition bereits ermittelt
E7 =0: In Makro N14501 kein Fehler erkannt
=1: In Makro N14501 ein Fehler erkannt
E8: Werkzeugnummer bzw. Werkzeugkennnummer
E10: Gemessene Z-Koordinate

Makro zum Ermitteln der Schaltpunktposition der Messdose.



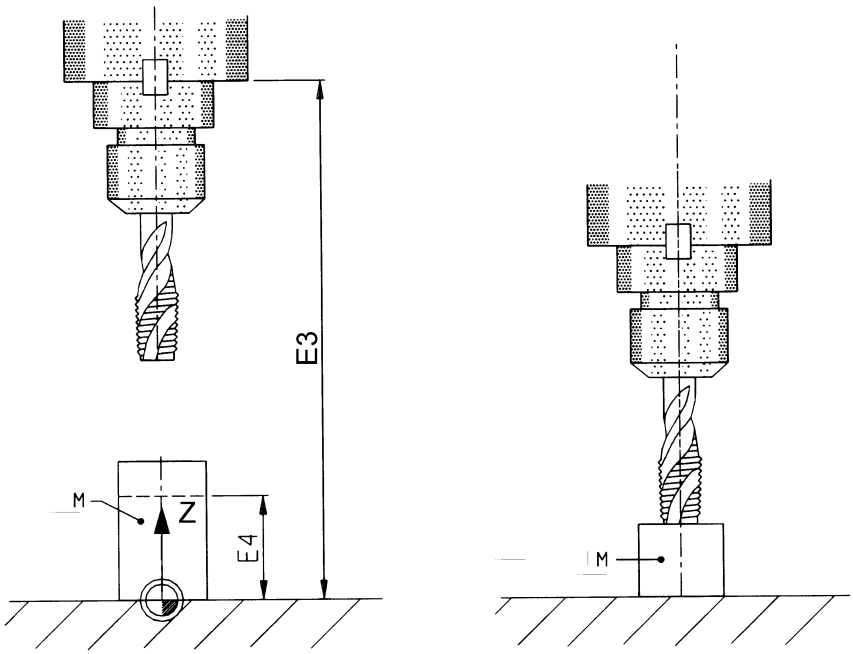
M = Messdose E4 = Schaltpunktposition

```
N14501 (Makro Schaltpunktposition der Messdose)
N1 T0 M6
N2 M24
N3 G0 X0 Y0 Z150
N4 G28 I3=1
N5 G145 Z20 L0 E7 F2=2000
N6 G29 E0=E7<1 E0 N=10
N7 G145 Z150 L1 E7 F2=200 Z7=4
N8 G0 Z150
N9 G29 E0 E0=1 N=12
N10 M0
N11 (KEINE SCHALTPUNKTPOSITION ERMITTELT)
N12
```

Erläuterung:

N1 : Werkzeug aus der Spindel herauswechseln
N2 : Messdose mit M24 aktivieren
N3 : Spindelnase über die Messdose fahren
N4 : Verfahrbewegungen mit Vorschub, wobei die programmierten Positionen genau erreicht werden
N5 : Messbewegung in der Z-Achse (= Werkzeugachse). Die Z-Position wird so gewählt, dass die Messdose sicher erreicht wird. Messung erfolgt beim Berühren (L0).
N6 : Prüfen, ob die Messdose erreicht wurde (E7=1!)
N7 : Messbewegung. Messen beim Wegfahren. Die Schaltpunktposition wird ermittelt. Messposition speichern in E4.
N8 : Spindel zurückziehen
N9 : Sprung zum Makro-Ende
N10 : Programmhalt
N11 : Meldung, dass keine Schaltpunktposition ermittelt wurde.

Makro zum Messen der Werkzeuglänge.



M = Messdose E4 = Schaltpunktposition

```
N14502 (Makro Längenmessung)
N1 T=E8 M6
N2 G0 X=E1 Y=E2 Z=E3
N3 G145 Z=(E4-20) L0 E7 F2=2000
N4 G29 E0=E7<1 E0 N=10
N5 G145 Z=E3 L1 E7 Z7=10 F2=200
N6 G29 E0=E7<1 E0 N=10
N7 G0 Z=E3
N8 G150 T=E8 L1=E10-E4
N9 G29 E0 E0=1 N=12
N10 M0
N11 (LÄNGENMESSUNG ERFOLGLOS)
N12
```

Erläuterung:

N1 : Zu messendes Werkzeug einwechseln
N2 : Werkzeug über die Messdose fahren
N3 : Messbewegung in der Z-Achse (= Werkzeugachse). Es wird eine Z-Position über die Schaltpunktposition hinaus gewählt, um sicherzustellen, dass die Messdose erreicht wird. Messung erfolgt beim Berühren (L0).
N4 : Prüfen, ob die Messdose erreicht wurde (E7=1!)
N5 : Messbewegung. Messen beim Wegfahren. Die Werkzeuglänge wird ermittelt (E10).
N6 : Prüfen, ob eine Messung ausgeführt wurde (E7=1!)
N7 : Werkzeug zurückziehen
N8 : Länge des aktuellen Werkzeugs im Werkzeugspeicher korrigieren.
N9 : Sprung zum Makro-Ende
N10 : Programmhalt
N11 : Meldung, dass keine Werkzeuglänge gemessen wurde

Programm zum Messen der Werkzeuglänge an einer Messdose

Bei der erstmaligen Verwendung dieses Programms sollte der Bediener:
- die Spindelnase über die Messdose fahren,
- den Nullpunkt über "Istwert setzen" festlegen,
- die Parameter E5=0 und E8 eingeben.

Sollen mehrere Werkzeuge gemessen werden, so muss Parameter E5=1 gesetzt und Parameter E8 (Werkzeugnummer) eingegeben werden.

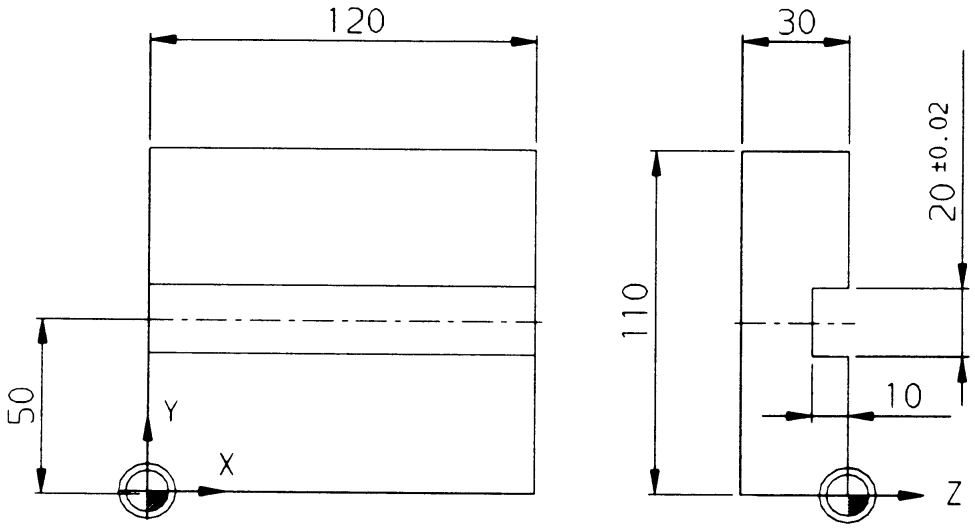
```
N14503 E8=.. (WERKZEUGNUMMER)
N1 E5=0 (=0 SCHALTPUNKT ERMITTELN =1 KEIN SCHALTPUNKT)
N2 G17
N3 G54
N4 G29 E5 K0 N=8
N5 G22 N=14501
N6 G29 E0 E0=E7<1 N=9
N7 E1=0 E2=0 E3=350
N8 G22 N=14502
N9 M28
N10 T0 M6
N11 G53
N12 M30
```

Erläuterung

N14503
- N1 : Parameter E5 und E8 setzen
- N2 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
- N3 : Den über "Istwert setzen" ermittelten Nullpunkt aktivieren
- N4 : Prüfen, ob die Schaltpunktposition ermittelt werden muss (E5=0) oder nicht
- N5 : Makro N=14501 aufrufen, um die Schaltpunktposition der Messdose zu ermitteln
- N6 : Prüfen, ob im Makro N14501 (E7=1) ein Fehler erkannt wurde; wenn ja, den nächsten Makroaufruf ignorieren
- N7 : Koordinaten der Messdose in den Parameter eintragen
- N8 : Makro N14502 aufrufen, um eine Werkzeuglänge zu messen
- N9 : Messdose mit der Funktion M28 ausschalten
- N10 : Werkzeug aus der Spindel herauswechseln
- N11 : Nullpunktverschiebung löschen
- N12 : Programm-Ende

BEISPIEL 3: Fräsen und Messen einer Nut

Es soll eine Nut gefräst und ihre Breite gemessen werden. Sollte die Nutbreite zu klein sein, muss der Fräserradius korrigiert und die Nut nachbearbeitet werden.




```
N14504 (FRÄSEN UND MESSEN EINER NUT)
N1 G17
N2 G54
N3 E15=20.02 (MAXIMALE NUTBREITE)
N4 E16=19.98 (MINIMALE NUTBREITE)
N5 E3=(E15+E16):2
N6 T1 M6 (FRÄSER d=18 mm)
N7 G0 X-25 Y50 Z-10 F400 S1000 M3
N8 G1 X140
N9 G43
N10 G1 Y60
N11 G41
N12 X-25
N13 Y40
N14 X140
N15 G40
N16 Y50
N17 G0 Z50 M5
N18 G149 T0 E30
N19 T30 M6 (MESSTASTER)
N20 D207 M19 (D Adresse optional)
N21 M27
N22 G0 X60 Y50 Z-8
N23 M29
N24 G145 Y65 E10 Y7=1 F2=500
N25 G0 Y50
N26 G29 E11=E10=0 E11 N=30
N27 M29
N28 G145 Y35 E10 Y7=2 F2=500
N29 G0 Y50
N30 M28
N31 G29 E11=E10=0 E11 N=41
N32 E5=E1-E2
```

```
N33 E6=(E5-E3):2
N34 G29 E20=E5>E15 E20 N=44
N35 G29 E20=E5>E16 E20 N=46
N36 G149 T=E30 R1=4
N37 G150 T=E30 R1=E4+E6
N38 T1 M6 (FRÄSER d=18 mm)
N39 G0 X140 Y50 Z-10 F400 S1000 M3
N40 G29 E20 E20=1 N=9
N41 M0
N42 (MESSTASTER ERHIELT KEINEN MESSKONTAKT, KEINE MESSUNG AUSGEFÜHRT)
N43 G29 E20 E20=1 N=46
N44 M0
N45 (NUTBREITE IST ZU GROß)
N46 M30
```

Erläuterung:

N1	:	Bearbeitungsebene festlegen
N2	:	Gespeicherte Nullpunktverschiebung aktivieren
N3	:	Maximale Nutbreite eingeben
N4	:	Minimale Nutbreite eingeben
N5	:	Nutbreite mit der mittleren Toleranz errechnen
N6	:	Werkzeug 1 (ein Fräser d=18 mm) einwechseln
N7	:	Spindel einschalten und Werkzeug auf Ausgangsposition fahren
N8	:	Durch die Nutmitte fräsen
N9-N14	:	Nutkanten fräsen
N15	:	Radiuskorrektur löschen
N16	:	Werkzeug auf die Nutmitte fahren
N17	:	Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N18	:	Nummer des aktuellen Werkzeugs ablesen
N19	:	Messtaster einwechseln
N20	:	Messtaster in eine orientierte Lage bringen. Die Notwendigkeit dieser Einstellung ist Maschinenabhängig
N21	:	Messtaster aktivieren
N22	:	Messtaster auf Nutmitte und auf Tiefe fahren
N23	:	Blasluft einschalten. Die entsprechende M-Funktion ist Maschinenbedingt
N24	:	Obere Kante der Nut messen. Messwert in der Y-Achse in E1 eintragen. Messtasterstatus in E10 eintragen.
N25	:	Werkzeug wieder auf die Nutmitte fahren
N26	:	Prüfen, ob eine Messung ausgeführt wurde. E10=0 bedeutet keine Messung. Sprung zu N29, zum Ausschalten der Messtasters und zur Anzeige einer Fehlermeldung.
N27	:	Blasluft einschalten
N28	:	Untere Kante der Nut messen. Messwert in der Y-Achse in E2 eintragen. Messtasterstatus in E10 eintragen.
N29	:	Werkzeug wieder auf die Nutmitte fahren
N30	:	Messtaster ausschalten
N31	:	Prüfen, ob eine Messung ausgeführt wurde. E10=0 bedeutet keine Messung. Sprung zu N41, zur Anzeige einer Fehlermeldung
N32	:	Aktuelle Nutbreite aus den gemessenen Y-Positionen errechnen
N33	:	Differenz zwischen der programmierten und der gemessenen Breite errechnen. Die Differenz ist auf den Werkzeugradius bezogen.
N34	:	Prüfen, ob die gemessene Werkzeugbreite (E5) größer ist als die maximal zulässige Breite (E15). Wenn ja, Sprung zu N44, zur Anzeige einer Fehlermeldung.
N35	:	Maximal zulässige Breite nicht überschritten. Prüfen, ob die gemessene Breite (E5) größer ist als die minimal zulässige Breite. Wenn ja, ist die Nut fertig. Sprung zum Programm-Ende (N46).

N36 : Die gemessene Breite ist kleiner als die minimal zulässige Breite. In diesem Fall wird der Werkzeugradius im Werkzeugspeicher korrigiert. Die Nutkanten werden mit dem korrigierten Werkzeugradius nachbearbeitet.
Werkzeugradius im Werkzeugspeicher abfragen und in den Parameter E4 eintragen
N37 : Korrigierten Werkzeugradius im Werkzeugspeicher ablegen.
N38 : Fräser wird nochmals eingewechselt
N39 : Spindel einschalten und Werkzeug auf Ausgangsposition fahren
N40 : Sprung nach Satz 9 zum Schlichten der Nut und Wiederholung der Messung.
N41 : Programmhalt
N42 : Anzeige eines Fehlertextes
N43 : Bei Fortsetzung der Programmausführung erfolgt ein Sprung zum Programm-Ende
N44 : Programmhalt
N45 : Anzeige eines Fehlertextes
N46 : Programm-Ende

BEISPIEL 4: Ausrichten eines auf einen Rundtisch gespannten Werkstücks

Zum Ausrichten eines auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch gespannten Werkstücks genügt die Messung von zwei Punkten in X oder Y.

Der Winkel der das Werkstück mit der X-Achse bildet, wird automatisch von der CNC berechnet und kann zum Drehen des Tisches herangezogen werden, um das Werkstück in eine Lage parallel zur X-Achse zu bringen.

Wenn das Werkstück am Anfang einen Winkel mit der X-Achse bildet, so kann dieser Winkel mit dem Wort C mit programmiert werden.

Wenn C nicht programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch C0 verwendet.

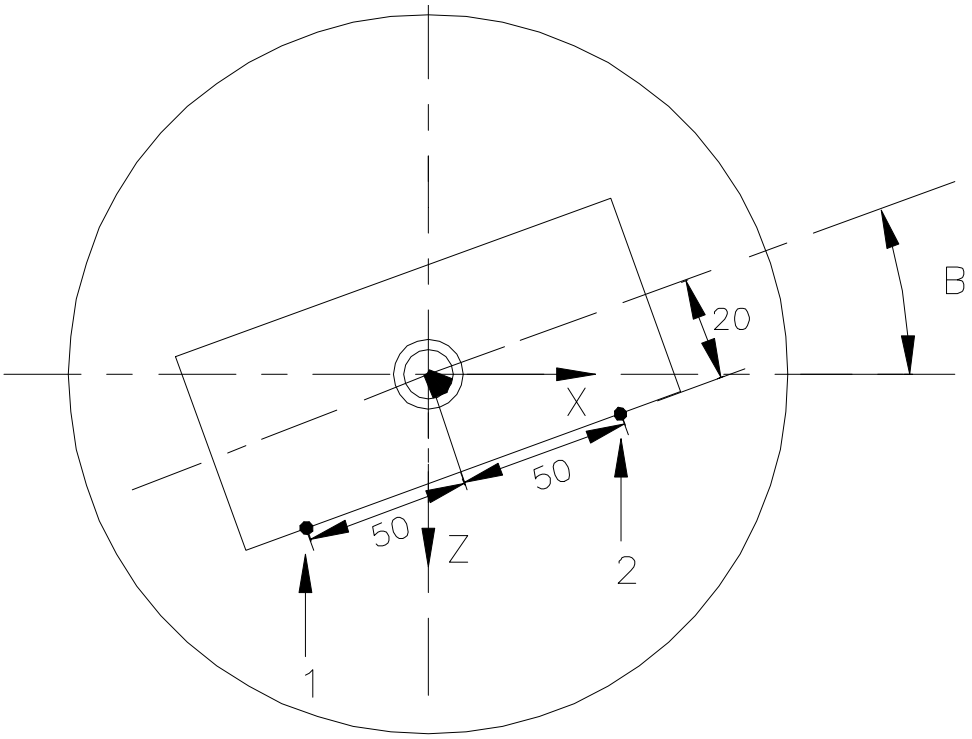
Hinweis:

Diese Funktion kann nur verwendet werden wenn:

1. der Rundtisch in der XY-Ebene liegt, das Werkstück um die Z-Achse (C-Achse) gedreht wird und sich der Messtaster in der Z-Richtung befindet.

2. die Messungen in der Y-Richtung vorgenommen werden.

Ein auf einen Rundtisch gespanntes Werkstück soll parallel zur X-Achse ausgerichtet werden. Mit Hilfe eines Messtasters werden zwei Punkte auf dem Werkstück gemessen, wonach der Rundtisch entsprechend der errechneten Winkellage verstellt wird.

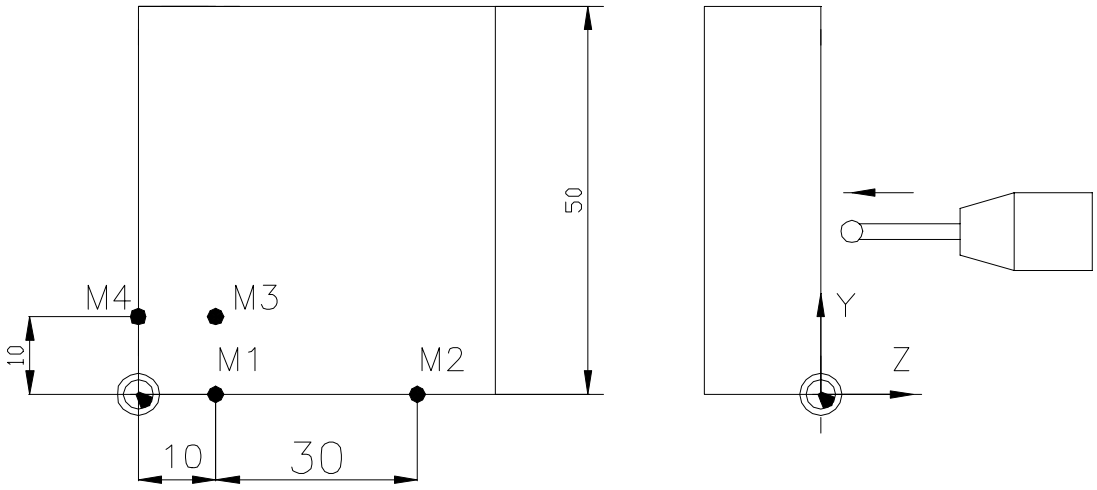


```
N50003
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 G0 X-50 Y-30 Z100 C0
N5 G1 Z0
N6 M27
N7 G145 X-50 Y-20 X7=11 Y7=12
N8 G0 Y-30
N9 G0 X50
N10 G145 X50 Y-20 X7=21 Y7=22
N11 G0 Y-30
N12 M28
N13 G0 Z100
N14 E30=(E12-E22)
N15 E31=(E21-E11)
N16 E32=(E30:E31)
N17 E33=atan(E32)
N18 G150 C7=E33 N1=54
N19 G54
N20 G0 C0
N21 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Messtaster einwechseln
N4 : Positionierung vor Messpunkt 1
N5 : Auf Tiefe gehen
N6 : Messtaster aktivieren
N7 : Punkt 1 in Richtung Y messen (X in E11, Y in E12)
N8 : Werkzeug zurückziehen
N9 : Positionierung vor Messpunkt 2
N10 : Punkt 2 in Richtung Y messen (X in E21, Y in E22)
N11 : Werkzeug zurückziehen
N12 : Messtaster ausschalten
N13 : Werkzeug nach oben zurückziehen
N14 : Differenz (E30) in Y-Richtung berechnen
N15 : Differenz (E31) in X-Richtung berechnen
N16 : Quotient (E32) berechnen
N17 : ARCTAN (E33) berechnen
N18 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N19 : Nullpunkt setzen
N20 : Rundtisch auf C0 drehen
N21 : Programm-Ende

BEISPIEL 5: Ermitteln des Nullpunktes



Der Messtaster befindet sich in der Z-Achse. Das Werkstück ist auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch gespannt. Es werden fünf Punkte (M1 bis M5) auf dem Werkstück gemessen: M1 und M2 dienen der Winkelbewegung, M3 und M5 der Vermessung der Achspositionen.

Der Programmteil zur Ermittlung des Nullpunktes könnte so aussehen:

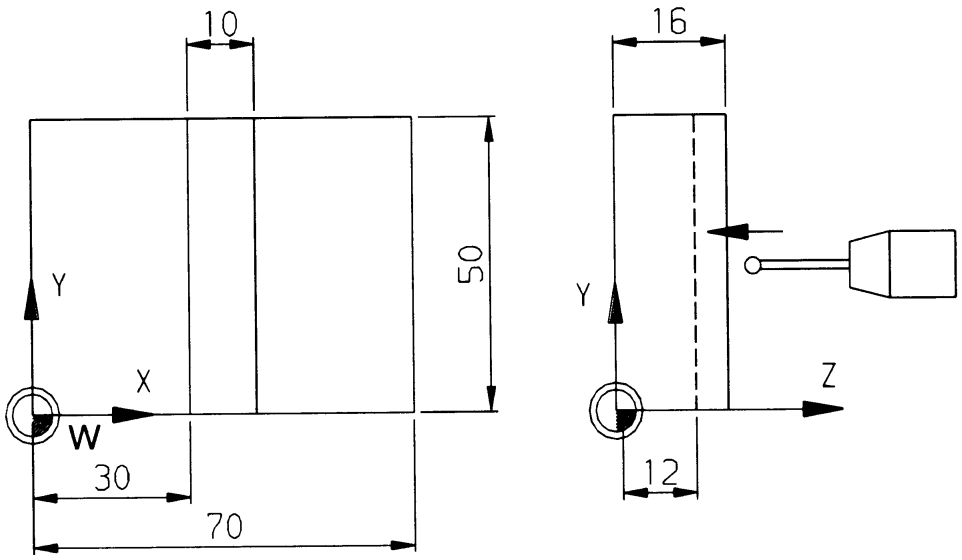
```
N50004
N1 G54
N2 G17
N3 T1 M6 (Messtaster)
N4 G0 X10 Y-10 Z70 C0 F1000
N5 G1 Z-5
N6 M27
N7 G145 X10 Y0 X7=11 Y7=12
N8 G0 Y-10
N9 G0 X50
N10 G145 X50 Y0 X7=21 Y7=22
N11 G0 Y-10
N12 G0 Z70
N13 E30=(E12-E22)
N14 E31=(E21-E11)
N15 E32=(E30:E31)
N16 E33=atan(E32)
N17 G150 C7=E33 N1=54
N18 G54
N19 G0 C0
N20 G0 X10 Y10 Z10
N21 G145 X10 Y10 Z0 Z7=3
N22 G0 Z10
N23 G0 X-10 Y10
```

```
N24 G1 Z-5
N25 G145 X0 Y10 Z-5 X7=1
N26 G0 X-10
N27 G0 Z10
N28 G0 X10 Y-10
N29 G1 Z-5
N30 G145 X10 Y0 Z-5 Y7=2
N31 G0 Y-10
N32 G0 Z50
N33 G150 X7=E1 Y7=E2 Z7=E3 N1=54
N34 G54
N35 M28
:
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XZ-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Messtaster einwechseln
N4 : Auf die programmierte Position fahren
N5 : Auf Tiefe gehen vor Messpunkt 1
N6 : Messtaster aktivieren
N7 : Punkt M1 messen (X in E11, Y in E12)
N8 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N9 : Auf Position vor Messpunkt 2 fahren
N10 : Punkt M2 messen (X in E21, Y in E22)
N11 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N12 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N13 : Differenz (E30) in Y Richtung berechnen
N14 : Differenz (E31) in X Richtung berechnen
N15 : Quotient (E32) berechnen
N16 : ARCTAN (E33) berechnen
N17 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N18 : Nullpunkt setzen
N19 : Rundtisch auf C0 drehen
N20 : Auf Position vor Messpunkt 3 fahren
N21 : Punkt M3 messen, um die Position in der Werkzeugachse zu ermitteln (Z in E3)
N22 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N23 : Auf Position vor Messpunkt 4 fahren
N24 : Auf Tiefe vor Messpunkt 4 gehen
N25 : Punkt M4 messen, um die Position in der X-Achse zu ermitteln (X in E1)
N26 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N27 : Auf Position vor Messpunkt 1 fahren
N28 : Auf Tiefe vor Messpunkt 1 gehen
N29 : Punkt M1 messen, um die Position in der Y-Achse zu ermitteln (Y in E2)
N30 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N31 : Nullpunktverschiebungswerte in der X-, Y- und Z-Achse korrigieren
N32 : Korrigierten Nullpunkt setzen
N33 : Messtaster ausschalten

BEISPIEL 5: Korrigieren der Werkzeuglänge

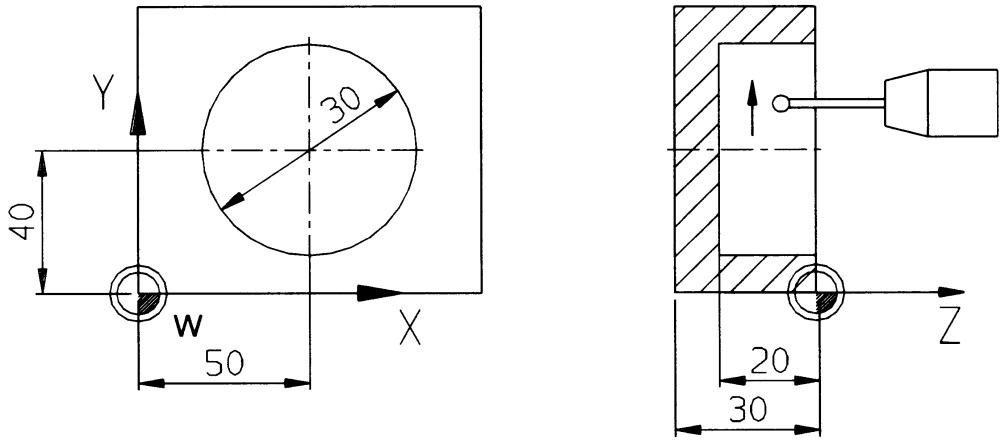



```
N90005
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 G0 X35 Y60 Z12 S1000 M3
N4 G1 Y-10 F200
N5 G0 Z200 M5
N6 T2 M6 (Messtaster)
N7 G0 X35 Y25 Z20
N8 M27
N9 G145 X35 Y25 Z12 Z7=1
N10 G149 T1 L1=2
N11 G150 T1 L1=E2-E1+12
N12 M28
N13 Z200 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Fräser (d=10 mm) einwechseln
N3 : Spindel einschalten und Fräser auf den Anfangspunkt der Nut fahren
N4 : Nut fräsen
N5 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N6 : Messtaster einwechseln
N7 : Anfangspunkt für Messung Anfahren
N8 : Messtaster aktivieren
N9 : Punkt in der negativen Richtung der Werkzeugachse messen (Z Höhe in E1)
N10 : Werkzeuglänge von T1 auslesen und speichern in E2
N11 : Die Länge von Werkzeug 1 wird in Abhängigkeit der errechneten Differenz in der Z-Achse korrigiert.
N12 : Messtaster ausschalten
N13 : Messtaster zurückziehen und Programm-Ende.

BEISPIEL 6: Fräsen und Messen einer Bohrung



Eine Bohrung soll gefräst und mit dem Messtaster gemessen werden. Der Bohrungsradius wird auf Einhaltung der geforderten Maßtoleranz geprüft. Bei zu kleinem Radius wird die Bohrung nachbearbeitet, bei zu grobem Radius wird das Werkstück zurückgewiesen und eine Fehlermeldung angezeigt.

Das betreffende Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N50006
N1 G54
N2 G17
N3 T1 M6 (Fräser R=5)
N4 E1=50 (X Mittelpunkt Bohrung)
N5 E2=40 (Y Mittelpunkt Bohrung)
N6 E3=0  (Z Anfangspunkt Bohrung)
N7 E4=20 (Lochtiefe)
N8 E5=15 (Bohrungsradius)
N9 E6=3 (Messtasterradius)
N10 (E7 Messstatus)

N11 G89 Z=-E4 B2 R=E5 K6 F300 S1000 M3
N12 G79 X=E1 Y=E2 Z=E3
N13 G0 Z50 M5

N14 T2 M6 (Messtaster)
N15 M27
N16 G0 X=E1+E5-E6-2 Y=E2 Z50
N17 G1 Z-5
N18 G145 X=E1+E5-E6 Y=E2 L0 E7
N19 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N20 G145 X=E1+E5-E6-2 Y=E2 L1 X7=10
N21 G0 X=E1+E5-E6-2 Y=E2
N22 G3 I=E1 J=E2 X=E1 Y=E2+E5-E6-2
N23 G145 X=E1 Y=E2+E5-E6 L0 E7
N24 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N25 G145 X=E1 Y=E2+E5-E6-2 L1 Y7=11
N26 G0 X=E1 Y=E2+E5-E6-2
N27 G3 I=E1 J=E2 X=E1-E5+E6+2 Y=E2
N28 G145 X=E1-E5+E6 Y=E2 L0 E7
N29 G29 E0 E0=E7<1 N=49
```

```
N30 G145 X=E1-E5+E6+2 Y=E2 L1 X7=12
N31 G0 X=E1-E5+E6+2 Y=E2
N32 G3 I=E1 J=E2 X=E1 Y=E2-E5+E6+2
N33 G145 X=E1 Y=E2-E5+E6 L0 E7
N34 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N35 G145 X=E1 Y=E2-E5+E6+2 L1 Y7=13
N36 G0 X=E1 Y=E2-E5+E6+2
N37 G0 Z50
N38 M28

N39 E20=E1+(E10+E12):2 (Gemessen X Koordinate)
N40 E21=E2+(E11+E12):2 (Gemessen Y Koordinate)
N41 E22=sqrt((E10-E20)^2+(E2-E21)^2) (Erste Radius Loch)
N42 E22=E22+sqrt((E11-E21)^2+(E1-E20)^2) (Zweite Radius Loch)
N43 E22=E22+sqrt((E12-E20)^2+(E2-E21)^2) (Dritte Radius Loch)
N44 E22=(E22+sqrt((E13-E21)^2+(E1-E20)^2)):4 (Radius Loch)
N45 G29 E1 E1=1 N=51

N46 M0
N47 (BOHRUNG AUßERHALB DES TOLERANZBEREICHES)
N48 G29 E0 E0=1 N=51
N49 M0
N50 (KEINE SCHALTPUNKTPOSITION ERMITTELT)
N51 M30
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Fräser (d=20 mm) einwechseln
N4-N10 : E-Parameter Werte geben
N11 : Festzyklus zum Fräsen der Bohrung definieren
N12 : Bohrung fräsen
N13 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N14 : Messtaster einwechseln
N15 : Messtaster aktivieren
N16 : Auf Anfangsposition fahren
N17 : Auf Messtiefe gehen
N18 : Erste Messposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N19 : Messposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N20 : Erste Messposition mit Messvorschub messen (E10 ist Messposition in X-Richtung)
N21 : Zurück zur Anfangsposition der 1. Messung
N22 : Mit Kreisbogen zur 2. Messposition fahren
N23 : Zweite Messposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N24 : Messposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N25 : Zweite Messposition mit Messvorschub messen (E11 ist Messposition in Y-Richtung)
N26 : Zurück zur Anfangsposition der 2. Messung
N27 : Mit Kreisbogen zur 3. Messposition fahren
N28 : Dritte Messposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N29 : Messposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N30 : Dritte Messposition mit Messvorschub messen (E12 ist Messposition in X-Richtung)
N31 : Zurück zur Anfangsposition der 3. Messung
N32 : Mit Kreisbogen zur 4. Messposition fahren
N33 : Vierte Messposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N34 : Messposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N35 : Vierte Messposition mit Messvorschub messen (E13 ist Messposition in Y-Richtung)
N36 : Zurück zur Anfangsposition der 4. Messung

N37 : Messtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N38 : Messtaster ausschalten
N39 : X-Mittelpunkt berechnen (E20)
N40 : Y-Mittelpunkt errechnen (E21)
N41 : Berechnen erste Radius (Abstand Messposition und Neuen Mittelpunkt)
N42 : Addieren zweiten Radius
N43 : Addieren dritten Radius
N44 : Addieren vierten Radius und durch vier Teilen.
N45 : Sprung zum Programm-Ende
N46 : Programm Stop
N47 : Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N48 : Sprung zum Programm-Ende
N49 : Programm Stop
N50 : Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N51 : Programm-Ende

5.56 G148 Abfragen Messtasterstatus

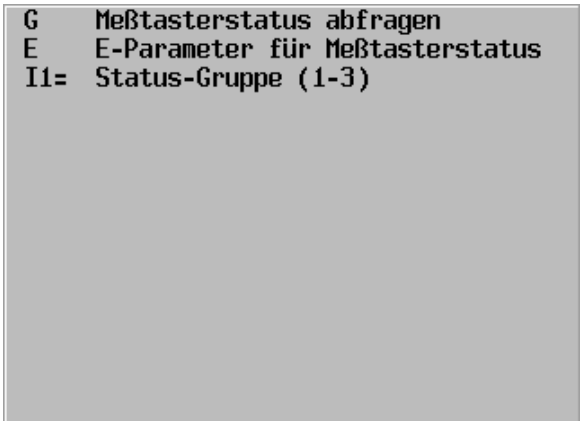
Zweck

Auslesen des Messtasterstatus innerhalb des Messzyklus-Makros.

Format

N... G148 {I1=...} E...

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G145, G149, G150

Hinweise und Verwendung

MESSTASTERSTATUS

I1=1 oder nicht programmiert (Standardwert)

Der E-Parameter kann einen von vier Zahlenwerten aufweisen:

- E... = 0: Die programmierte Endposition wurde erreicht. Es wurde jedoch kein Messpunkt ermittelt. Die zugeordneten E-Parameter, welche Messwerte enthalten, bleiben unverändert.
- E... = 1: Es wurde während der Messbewegung ein Messpunkt ermittelt. Die Messposition wurde in den E-Parametern gespeichert.
- E... = 2: Satzsuchlauf, Testlauf oder Demobetrieb steht an.
- E... = 3: Es liegt ein Messtasterfehler vor; kein Messvorgang möglich.

Die Priorität für die Messtasterstatus-Codes ist folgende:

Priorität:

1: Code 2 (aktiver Modus)
2: Code 3 (Messtasterfehler)
3: Code 0 oder 1 (Messtasterkontakt)

I1=2:

- E... = 0: Während der Messung wurde kein Messpunkt ermittelt.
- E... = 1: Während der Messung wurde ein Messpunkt ermittelt.

I1=3:

E... = 0: Information von IPLC: Taster/Laser nicht eingeschaltet
E... = 1: Information von IPLC: Taster/Laser eingeschaltet
Siehe Dokumentation Tastsystem.

UNTERBRECHUNG

Der Betrieb mit G148 kann nicht mit einer Unterbrechungsanweisung gestoppt werden.

Beispiel

```
N110 G148 E27
N115 G29 E91=E27=2 E91 N=300
```

Erläuterung:

N110 : Messtasterstatus im E-Parameter 27 speichern.
N115 : Sprung auf Satz N300, wenn das Programm im Satzsuchlauf, Testlauf oder Demobetrieb ausgeführt wird. Auf diese Weise lassen sich z.B. Berechnungen mit Parametern, die nicht geladen wurden weil keine Messung stattgefunden hat, vermeiden.

Hinweis: Bei Betrieb mit G182 darf die Funktion G148 nicht verwendet werden.

5.57 G149 Abfragen Werkzeug oder Nullpunktverschiebungswerte

Zweck

Abfragen von Werkzeug- und Nullpunktverschiebungsdaten und Speichern dieser Daten in den dazu vorgesehenen E-Parametern.

Format : Werkzeugdaten

Abfragen der Nummer des aktiven Werkzeuges:
N... G149 T0 E..

Abfragen der Werkzeugmaße:
N... G149 T... {T2=...} {L1=...} {R1=...} {M1=...}

Abfragen des Werkzeugstatus:
N... G149 T... E...

Format : Nullpunktverschiebungen

Abfragen der wirksamen G-Funktionen für die Nullpunktverschiebungsnummer:
N... G149 N1=0/1 E..

Abfragen der gespeicherten Palettenverschiebungswerte:
N... G149 N1=52 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}

Abfragen der gespeicherten Nullpunktverschiebungswerte:
Mit Standard Nullpunkten oder MC84=0:
N... G149 N1=54...59 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}
Mit erweiterten Nullpunkten mit MC84>0:
N... G149 N1=54.[Nr.] [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...} {B47=...}
In G54.[Nr.] muss [Nr.] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Abfragen der programmierbaren Nullpunktverschiebungen:
N... G149 N1=93 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}

Format : Aktuelle Positionswerte

Abfragen der aktuellen Positionswerte von X, Y und Z
N... G149 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}

Parameter

G	Werkzeug- oder NPV-Werte abfragen
T	Werkzeugnummer
E	E-Parameter
N1=	Nullpunktverschiebung
B47=	E-Parameter für verdr. in B4=
X7=	E-Par. für NPV/Position in X
Y7=	E-Par. für NPV/Position in Y
Z7=	E-Par. für NPV/Position in Z
A7=	E-Par. für NPV/Position in A
B7=	E-Par. für NPV/Position in B
L1=	E-Parameter für WZ-Länge
R1=	E-Parameter für WZ-Radius
T2=	Werkzeugkorrekturindex
M1=	E-Parameter WZ-Standzeit

Werkzeugdaten

T	Werkzeugnummer
T2=	Werkzeugkorrekturindex
E	E-Parameter
L1=	E-Parameter für Werkzeuglänge
R1=	E-Parameter für Werkzeugradius
M1=	E-Parameter Werkzeugstandzeit

Nullpunktverschiebungen

N1=	Nullpunktverschiebung
X7=	E-Parameter für NPV/Position in X
Y7=	E-Parameter für NPV/Position in Y
Z7=	E-Parameter für NPV/Position in Z
A7=	E-Parameter für NPV/Position in A
B7=	E-Parameter für NPV/Position in B
C7=	E-Parameter für NPV/Position in C
B47=	E-Parameter für Verdrehung in B4=

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G145, G148, G150

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGNUMMER (T)

Nummer des Werkzeuges, dessen Werkzeugdaten ausgelesen werden sollen. Bei Anwendung des FMS-Werkzeugspeichers (FMS = flexibles Fertigungssystem) muss die vollständige Werkzeugnummer (inklusive des Ersatzwerkzeugindex) angegeben werden.

WERKZEUGDATEN

Der Werkzeugradius, die Werkzeuglänge und die Reststandzeit (M1=) können abgefragt werden.

WERKZEUGKORREKTUR-INDEX (T2=)

Es kann der Werkzeugkorrekturindex 0, 1 oder 2 angegeben werden. Die Standardvorgabe ist T2=0.

Wenn T2=0 gilt:

Werkzeugradius = Radius (R) + Aufmaß (R4=).
Werkzeuglänge = Länge (L) + Aufmaß (L4=).
Besser ist es, G321 zu benutzen.

WERKZEUGSTATUS (E)

Der Werkzeugstatus kann vom Werkzeugspeicher in den angegebenen E-Parameter geladen werden.

Der Werkzeugstatus kann durch folgende Werte dargestellt werden:

E... = 1	Werkzeug ist freigegeben und gemessen
E... = 0	Werkzeug ist freigegeben, jedoch nicht gemessen
E... = -1	Werkzeug ist gesperrt
E... = -2	Werkzeugstandzeit ist erreicht
E... = -4	Werkzeugbruchfehler
E... = -8	Werkzeugschnittkraft ist erreicht
E... = -16	Werkzeugstandzeit kleiner als T3 programmiert

Eine Kombination von Fehlermeldungen ist auch möglich:
E... = -13 heißt: Fehlermeldung -8 und -4 und -2 und 1.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSNUMMER (N1=)

Die Nummer der Nullpunktverschiebung, deren Daten ausgelesen werden sollen. N1= G52, G54-G59, 54.[Nr.] oder 92/93. G92 gibt ein gleiches Ergebnis wie G93 (absolute).

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSGRUPPE (N1=)

Die Nullpunktverschiebungsgruppe, deren wirksame G-Funktion abgefragt werden soll.

N1= kann den Wert 0 oder 1 aufweisen:

N1=0:	Wenn G52 wirksam ist, so erhält der E-Parameter den Wert 52. Wenn G52 nicht wirksam ist, so erhält der E-Parameter den Wert 51.
N1=1:	Der E-Parameter erhält den Wert der wirksamen Verschiebung aus der Reihe G54..G59 oder G54.[Nr.]. Wenn keine Verschiebung wirksam ist, so erhält der E-Parameter den Wert 53.

ABFRAGEN AKTUELLER ACHSPOSITIONSWERTE (X7, Y7, Z7)

Die Achspositionswerte können in E-Parameter ausgelesen werden. X7=20 heißt: in E20 wird der aktuelle Achspositionswert gesetzt. (Siehe auch G326).

AUSLESEN VON ADRESSEN OHNE WERT

Wenn im Werkzeugspeicher Adressen ausgelesen werden, die vorher nicht eingegeben sind, so erhält man den Wert 0.

UNTERBRECHUNG

Der Betrieb mit G149 kann nicht mit einer Unterbrechungsanweisung gestoppt werden.

Hinweis: Die Funktion G149 darf bei Betrieb mit G182 nicht verwendet werden.

Die Werkzeugdaten von T0 können nicht ausgelesen werden. Bei Verwendung von T0 werden die betreffenden E-Parameter nicht geladen. Es wird keine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

Beispiele

Beispiel 1: Abfragen der Nummer des aktiven Werkzeuges

N100 G149 T0 E1
E1 enthält die Nummer des aktiven Werkzeuges

Beispiel 2 : Abfragen der Maße des aktiven Werkzeuges

N100 G149 T=E1 L1=5 R1=6 M1=7

Die Maße von aktiven Werkzeug T=E1 (siehe Beispiel 1) wird abgefragt
E5 enthält die Werkzeuglänge (E5=Länge (L) + Aufmaß (L4=))
E6 enthält den Werkzeugradius (E6=Radius (R) + Aufmaß (R4=)).
Besser ist es, G321 zu benutzen.
E7 enthält die Reststandzeit

Beispiel 3: Abfragen der Maße eines Werkzeuges

N100 G149 T12 L1=5 R1=6

Die Maße von Werkzeug 12 abfragen
E5 enthält die Werkzeuglänge (E5=Länge (L) + Aufmaß (L4=))
E6 enthält den Werkzeugradius (E6=Radius (R) + Aufmaß (R4=))
Besser ist es, G321 zu benutzen.

Beispiel 4: Abfragen der aktiven Nullpunktverschiebung

N100 G149 N1=0 E2
N110 G149 N1=1 E3

E2 enthält den Wert für die aktive Funktion "Istwert setzen" (51 oder 52)
E3 enthält den Wert für die aktive Nullpunktverschiebungsfunktion (53...59) oder G54.[Nr.]

Beispiel 5: Abfragen einer gespeicherten Nullpunktverschiebung

N100 G149 N1=54 X7=1 Z7=2
oder
N100 G149 N1=54.[Nr.] X7=1 Z7=2
In G54.[Nr.] muss [Nr.] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Verschiebung G54 abfragen
E1 enthält die Verschiebung in X
E2 enthält die Verschiebung in Z

Beispiel 6: Abfragen einer Verschiebung mit Drehwinkel des Koordinatensystems

N100 G149 N1=54.02 X7=1 B47=2

Verschiebung G54.02 abfragen
E1 enthält die Verschiebung in X
E2 enthält den Drehwinkel des Koordinatensystems

Beispiel 7: Abfragen einer Nullpunktverschiebung (G92/G93)

N100 G149 N1=92 X7=1 Z7=2

Verschiebung G92 abfragen
E1 enthält die Verschiebung in X
E2 enthält die Verschiebung in Z
Beim Abfragen der G92/G93-Verschiebung während G92/G93 nicht wirksam ist, erhält man den Verschiebungswerten 0.

5.58 G150 Ändern Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungswerte

Zweck

Ändern von Daten im Werkzeugspeicher oder Nullpunktverschiebungsspeicher.

Format : Werkzeugdaten

Ändern von Daten im Werkzeugspeicher:
N... G150 T... {T2=...} {L1=...} {R1=...} {M1=...}

Beim T2=0, wird das Aufmaß (L4= oder R4=) nach dem Schreiben auf Null gesetzt. Besser ist es, G331 zu benutzen.

Ändern des Werkzeugstatus im Werkzeugspeicher:
N... G150 T... E...

Format : Nullpunktverschiebungen

Ändern von Daten im Nullpunktverschiebungsspeicher:

Mit Standard Nullpunkten oder MC84=0:
N... G150 N1=54...59 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...} usw.

Mit erweiterten Nullpunkten mit MC84>0:
N... G150 N1=54.[Nr.] [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...} usw.
In G54.[Nr.] muss [Nr.] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Parameter

```
G    Ändern Werkzeug- oder NPV-Werte
T    Werkzeugnummer
E    E-Parameter
N1=  Nullpunktverschiebung
B47= Rotationswinkel in B4=
X7=  NP-Verschiebung in X
Y7=  NP-Verschiebung in Y
Z7=  NP-Verschiebung in Z
A7=  NP-Verschiebung in A
B7=  NP-Verschiebung in B
L1=  WZ-Länge Wert in T
R1=  WZ-Radius Wert in T
T2=  Werkzeugkorrekturindex
M1=  WZ-Standwert in T
```

Werkzeugdaten

T	Werkzeugnummer
T2=	Werkzeugkorrekturindex
E	E-Parameter
L1=	Werkzeuglänge Wert in T
R1=	Werkzeugradius Wert in T
M1=	Werkzeugstandzeit in T

Nullpunktverschiebungen

N1= Nullpunktverschiebung
X7= Nullpunktverschiebung in X
Y7= Nullpunktverschiebung in Y
Z7= Nullpunktverschiebung in Z
A7= Nullpunktverschiebung in A
B7= Nullpunktverschiebung in B
C7= Nullpunktverschiebung in C
B47= Rotationswinkel in B4=

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G145, G148, G149

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGNUMMER (T)

Nummer des Werkzeuges, für die Werkzeugdaten abgeändert werden sollen. Bei Anwendung des FMS-Werkzeugspeichers (FMS = flexibles Fertigungssystem) muss die vollständige Werkzeugnummer (inklusive des Ersatzwerkzeugindex) angegeben werden.
Die modale Nummer des aktuellen Werkzeuges wird von diesem Befehl nicht betroffen.

WERKZEUGKORREKTUR-INDEX (T2=)

Es kann der Werkzeugkorrekturindex 0, 1 oder 2 angegeben werden. Die Standardvorgabe ist T2=0.
Der Verschiebungsindex des aktuellen Werkzeuges ist von diesem Befehl nicht betroffen.

WERKZEUGSTATUS (E)

Der Werkzeugstatus kann vom angegebenen E-Parameter in den Werkzeugspeicher geladen werden.
Der Werkzeugstatus kann durch folgende Werte dargestellt werden:

E... = 1 Werkzeug ist freigegeben und gemessen
E... = 0 Werkzeug ist freigegeben, jedoch nicht gemessen
E... = -1 Werkzeug ist gesperrt
E... = -2 Werkzeugstandzeit ist erreicht
E... = -4 Werkzeugbruchfehler
E... = -8 Werkzeugschnittkraft ist erreicht
E... = -16 Werkzeugstandzeit kleiner als T3 programmiert

Eine Kombination von Fehlermeldungen ist auch möglich:
E... = -13 heißt: Fehlermeldung -8 und -4 und -2 und 1.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (N1=)

Die zu ändernde Nullpunktverschiebung (G52, G54...G59, oder G54.[Nr.]).

UNTERBRECHUNG

Der Betrieb mit G150 kann nicht mit einer Unterbrechungsanweisung gestoppt werden.

Hinweis: Die Funktion G150 darf bei Betrieb mit G182 nicht verwendet werden.
Die Werkzeugdaten von T0 können nicht geladen werden.

Beispiele

Beispiel 1: Ändern von Daten im Werkzeugspeicher:

N50 G150 T1 L1=E2 R1=4 M1=10

Erläuterung:

Daten von Werkzeug Nr. 1 ändern
Wert von Parameter E2 als Werkzeuglänge speichern
Werkzeugradius mit 4 festlegen
Reststandzeit auf 10 Minuten festlegen

Wenn T2=0, wirt das Aufmaß (L4= oder R4=) auf Null gesetzt.
Besser ist es, G331 zu benutzen.

N50 G331 T1 I1 E2 (Länge schreiben)
N51 G331 T1 I4 E.. (Aufmaß schreiben)

Beispiel 2: Ändern von Daten im Nullpunktverschiebungsspeicher:

N70 G150 N1=57 X7=E1 Z7=E6
oder
N70 G150 N1=54.3 X7=E1 Z7=E6

Erläuterung:

Nullpunktverschiebungswerte von G57 ändern
Wert von Parameter E1 in G57 oder G54.03 Verschiebung in X speichern
Wert von Parameter E6 in G57 oder G54.03 Verschiebung in Z speichern

Beispiel 3: Ändern einer Nullpunktverschiebung mit Drehwinkel des Koordinatensystems:

N70 G150 N1=54.03 X7=E1 B47=E6

Erläuterung:

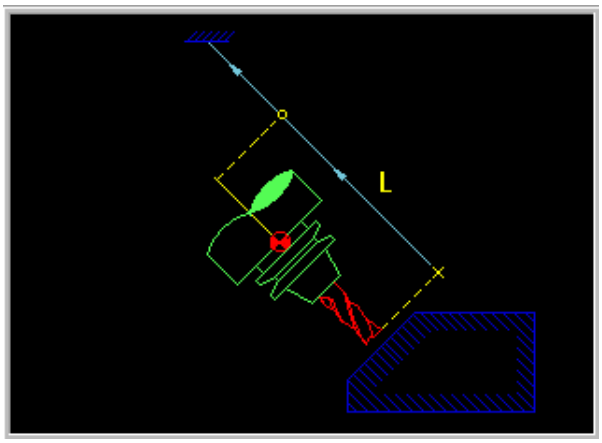
Nullpunktverschiebungswerte von G54.03 ändern
Wert von Parameter E1 in G54.03 Verschiebung in X speichern
Wert von Parameter E6 in G54.03 Verschiebung in B4= speichern

5.59 G174 Werkzeug Rückzugbewegung

Zweck

Bewegung zum Freifahren der Werkzeugachse beim 5 Achsen fräsen.

Mit der Funktion "Bearbeitungsebene schwenken" (G7) kann die Lage der Bearbeitungsebene geschwenkt werden. Die in einer Hauptebene programmierte Bearbeitung kann dann in der geschwenkten Bearbeitungsebene ausgeführt werden. Die Werkzeugachse orientiert sich senkrecht auf die neue Ebene. In dieser senkrechten Richtung wird die Freifahrbewegung ausgeführt.



Format

N.. G174 {L....}

Parameter

G	Werkzeug Rückzugbewegung
L	Rückzugsabstand

Modale Wörter
F6=

Art der Funktion

Nicht modal

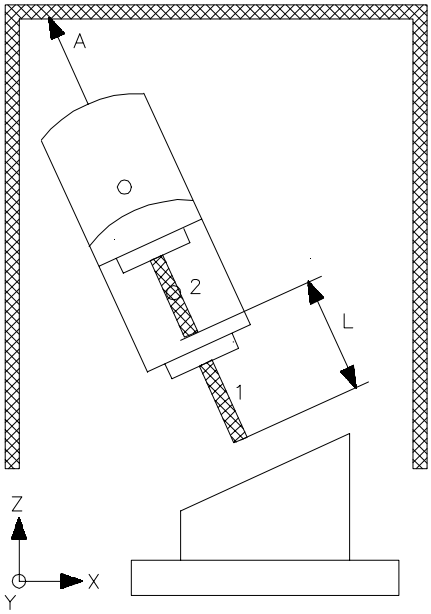
Zugehörige Funktion

NICHT ZUGELASSENE G-FUNKTIONEN, WENN G174 EINGESCHALTET WIRD

Wenn G174 eingeschaltet wird, dürfen folgende (modale) G-Funktionen nicht aktiv sein:
G64, G197, G198, G199, G200, G201, G203, G204, G205, G206, G207, G208

Wenn eine von diesen nicht zugelassenen G-Funktionen aktiv ist, wird die Fehlermeldung P77 'G-Funktion und Gxxx nicht erlaubt' ausgegeben.

Hinweise und Verwendung



1 Ausgangsposition
L Rückzugsabstand
2 Endposition
A Begrenzung durch Softwareendschalter

RÜCKZUGABSTAND (L)

Der Rückzugsabstand definiert den Abstand, der in Werkzeugrichtung gefahren wird.
L ist immer positiv. Der maximale Fahrweg wird durch die Softwareendschalter beschränkt.
Wenn L nicht eingetragen ist wird bis Softwareendschalter gefahren.

FAHRRICHTUNG

Die Fahrrichtung wird durch den Drehung des Fräskopfes bestimmt. Diese wird mit Hilfe des kinematischen Modells berechnet.

AUSFÜHRUNG (G0 oder G1)

G174 wird im Eilgang ausgeführt oder wenn F6=-<Vorschub Satzweise> programmiert ist, mit F6=.
Nach G174 ist G0 oder G1 aus dem vorhergehenden Satz modal wieder aktiv.

Beispiel Werkzeug Rückzugbewegung.

N10 G174 L100 Werkzeug zieht sich 100 mm zurück oder fährt bis Software Endschalter.

5.60 G180 Zylinderinterpolation aufheben oder Grundkoordinatensystem aktivieren

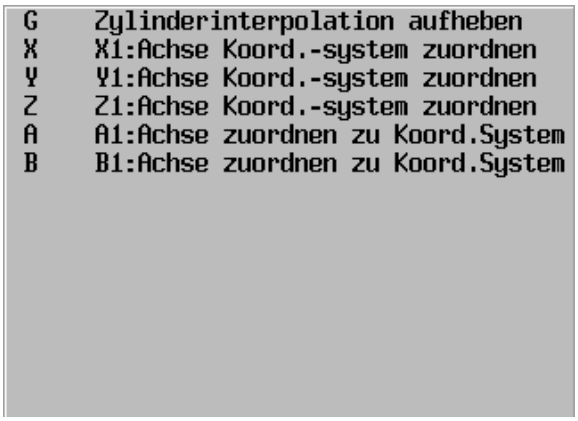
Zweck

Dieser Funktion hat zwei Bedeutungen:
1) Aufheben des zylindrischen Koordinatensystems (G182).
2) Definieren von Hauptebene und Werkzeugachse (Grundkoordinatensystem).

Format

G180 : Grundkoordinatensystem
N... G180 [Hauptachse 1] [Hauptachse 2] [Werkzeugachse]

Parameter



Allgemeine Grundlagen

Die normale Einstellung ist G180 X1 Y1 Z1

Folgende Konfigurationen sind nur möglich:

Hauptachse 1	X
Hauptachse 2	Y
Werkzeugachse	Z oder W

Drei verschiedene Informationen bestimmen die richtige Arbeitsweise:
1) Durch G17/G18/G19 wird die Werkzeugachse bestimmt (G17 Z).
2) G180 bestimmt, welche Achsen umgesetzt werden müssen. (G17 W in Z)
3) Die Maschinenkonstanten für die Werkzeugachsendefinition muss stimmen. (Werkzeugachse W gehört zu Z).

Zugehörige Funktionen

G182

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

ZU LÖSCHENDE FUNKTIONEN

Die Funktionen G41...G44, G64, Achsenrotation (G92/G93 B4=) und G141 müssen gelöscht werden bevor G180 aktiviert wird.
Weitere unmittelbar vor dem G180-Satz programmierte Funktionen bleiben wirksam.

Hinweis: Die Wörter X, Y, Z dürfen nicht ohne einen Wert programmiert werden. Daher wird diesen Wörtern der Wert 1 zugeordnet. Dieser Wert hat keine weitere Bedeutung.

RADIUS- UND WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR

Die Werkzeuglängenkorrektur ist in der definierten Werkzeugachse aktiv. Die Radiuskorrektur ist in der Hauptebene aktiv.

MASCHINENKONSTANTE

Die Maschinenkonstanten müssen richtig gesetzt werden. Wenn die W-Achse die vierte Achse ist, muss MC117 = 3 sein (gleich wie Z-Achse). MC3401 = 0 (W-Achse ist eine Linearachse).

KOORDINATEN

Es könne nur kartesische Koordinaten verwendet werden.

Hinweis: Wird G180 programmiert und die Radiuskorrektur ist noch wirksam, wird sie von G180 gelöscht.
Es empfiehlt sich die Radiuskorrektur mit G40 zu löschen und dann auf das Grundkoordinatensystem zu wechseln.

LÖSCHEN

Das Koordinatensystem wird entweder durch G180, M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

EINSCHALTSTATUS

Beim Einschalten der CNC und bei Softkey CNC rücksetzen wird G180 X1 Y1 Z1 automatisch wirksam.

Beispiel

```
N12340
N1 G17 S1000 T1 M6
N2 G54
N3 G180 X1 Y1 W1
N4 G81 Y2 B10 Z-22 F1000 M3
N5 G79 X0 Y0 Z0
```

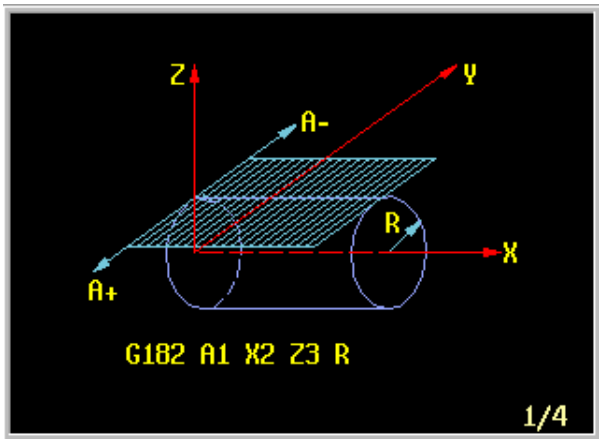
Erläuterung:

N1 : Werkzeug einwechseln.
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung G54 aktivieren.
N3 : Hauptebene XY und Werkzeugachse W aktivieren.
N4 : Bohr Festzyklus definieren.
N5 : Bohren, wobei die Vorschubbewegung in der W-Achse stattfindet.

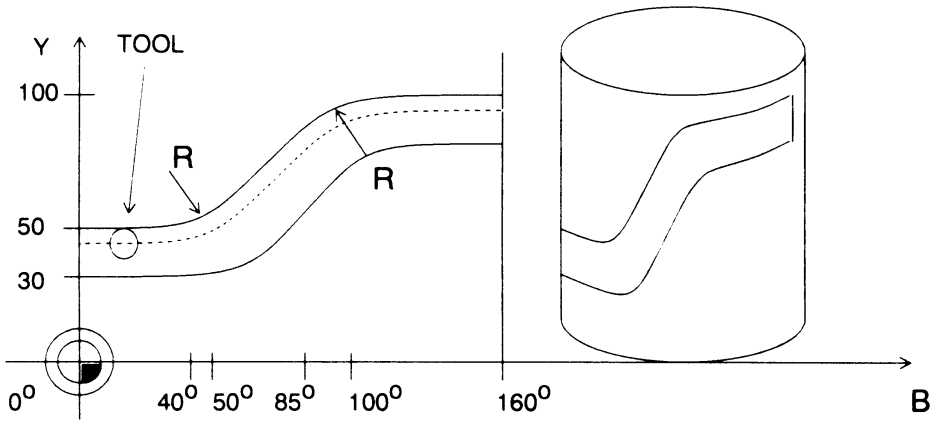
5.61 G182 Zylinderinterpolation aktivieren

Zweck

Auswahl des zylindrischen Koordinatensystems. Dieses System erlaubt es, Konturen und Positionen auf der gekrümmten Zylinderfläche auf einfache Weise zu programmieren.



Format



NB8696

G182 : Zylindrisches Koordinatensystem

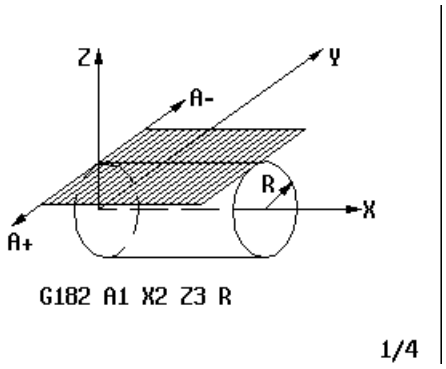
Aktivieren des zylindrischen Koordinatensystems:
N... G182 [Zylinderachse] [Rotationsachse] {Werkzeugachse} R...
N... G182 R...

Format bei wirksamer G182:
Eilgang
N... G0 [Zylinderachse] [Rotationsachse] {Werkzeugachse}
Lineare Vorschubbewegung:
N... G1 [Zylinderachse] [Rotationsachse] {Werkzeugachse} {F..}
Zirkulare Vorschubbewegung:
N... G2/G3 [Zylinderachse] [Rotationsachse] R..

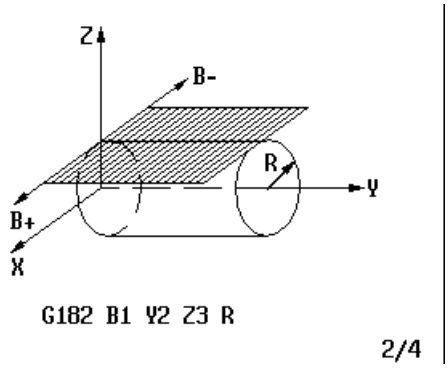
Parameter

G	Zylinderinterpolation aktivieren
X	Zylinderebene:2 / Werkzeugachse:3
Y	Zylinderebene:2 / Werkzeugachse:3
Z	Zylinderebene:2 / Werkzeugachse:3
A	Zylinderebene:1
B	Zylinderebene:1
R	Radius Zylinder

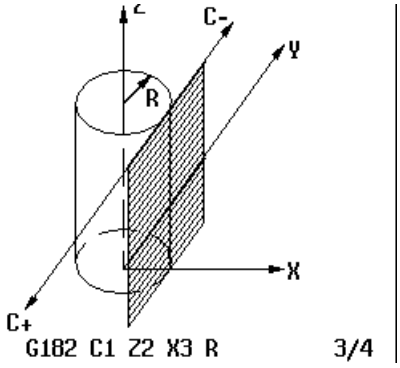
Modale Wörter:
S, T, H, M, E, F1=, T1=, T2=



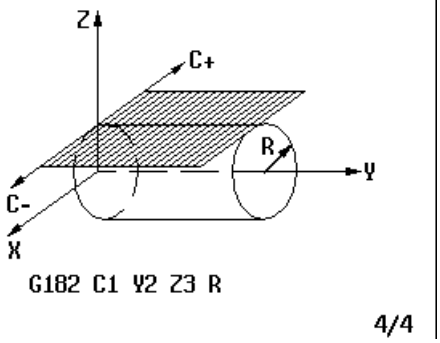
G182 A1 X2 Z3 R..
oder (wie bisher)
G182 A1 X1 Z1 R..



G182 B1 Y2 Z3 R..
oder (wie bisher)
G182 B1 Y1 Z1 R..



G182 C1 Z2 X3 R..
oder (wie bisher)
G182 C1 X1 Z1 R..



G182 C1 Y2 Z3 R..

Zugehörige Funktionen

G180

Art der Funktion

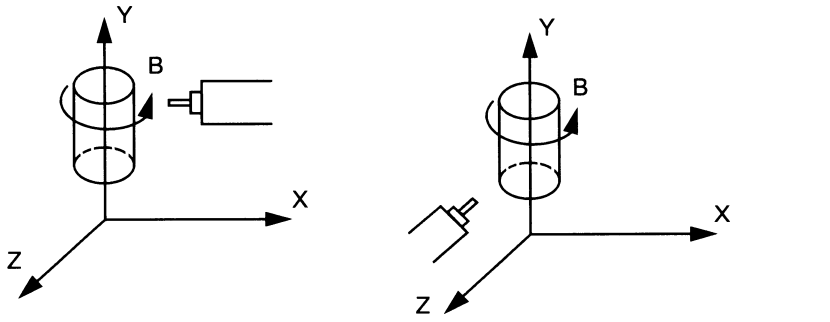
modal

Allgemeine Grundlagen

Konturen auf der gekrümmten Fläche eines Zylinders werden in einer Ebene gezeichnet, welche die gekrümmte Fläche darstellt. Diese Ebene wird mit der Rotationsachse, der Zylinderachse und dem Zylinderradius definiert. In dieser Ebene können geradlinige und kreisförmige Bewegungen mit Radiuskorrektur programmiert werden. Während der Programmausführung werden diese Bewegungen in Bewegungen mit einer linearen Achse (= die Zylinderachse) und einer Rotationsachse (= die um die Zylinderachse gedrehte Achse) umgesetzt. Dies wird als Zylinderinterpolation bezeichnet.

Im allgemeinen sind folgende Konfigurationen möglich:

Rotationsachsen	A,	B,	C
Zylinderachsen	X,	Y,	Z
Werkzeugachse	Y oder Z,	X oder Z,	X oder Y



NB9661

Die BY-Ebene für Zylinderinterpolation
Drei verschiedene Informationen bestimmen die richtige Arbeitsweise:

1) Durch G17/G18/G19 wird die Werkzeugachse bestimmt (G17 Z).
2) G182 bestimmt welche Achsen umgesetzt werden müssen. (G17 AX oder BY)
3) Die Maschinenkonstanten für die Rundachsendefinition müssen stimmen. (Rundachse A gehört zu X).

Hinweise und Verwendung

ZU LÖSCHENDE FUNKTIONEN

Die Funktionen G41...G44, G64, Achsenrotation (G92/G93 B4=) und G141 müssen gelöscht werden, bevor G182 aktiviert wird.

Weitere unmittelbar vor dem G182-Satz programmierte Funktionen bleiben wirksam.

SPEZIFIKATION DER ZYLINDEREBENE

Die Wörter X, Y, Z, A, B, C dürfen nicht ohne einen Wert programmiert werden.
Die Konfiguration für die Zylinderinterpolation wird im G182-Satz programmiert:

Standardkonfiguration

Rotationsachse	A1	B1	C1
Zylinderachse	X1	Y1	Z1
Werkzeugachse	Y1/Z1	X1/Z1	X1/Y1
Zylinderradius	R	R	R

Erweiterte Konfiguration

Rotationsachse markiert mit 1	A1	B1	C1
Zylinderachse markiert mit 2	X2/Y2/Z2	Y2/X2/Z2	Z2/X2/Y2
Werkzeugachse markiert mit 3	Y3/Z3/X3	X3/Z3/Y3	X3/Y3/Z3
Zylinderradius	R	R R	

Hinweis: Wenn für alle Achsadressen der Wert 1 eingegeben wird, ist nur eine Standardkonfiguration möglich.

MASCHINENKONSTANTEN

Die Maschinenkonstanten für die Achsendefinitionen muss stimmen.

MC 102 = 1, MC103 = 88 (X-Achse)
MC 107 = 2, MC108 = 89 (Y-Achse)
MC 112 = 3, MC113 = 90 (Z-Achse)
MC 117 = 4 gehört bei Achse 1 (4-3), MC118 = 65 (A-Achse drehend um X-Achse)
MC 122 = 6 gehört bei Achse 3 (6-3), MC123 = 67 (C-Achse drehend um Z-Achse)

STANDARD-ZYLINDEREBENE

Wenn eine Werkzeugmaschine nur einen Drehtisch hat, so lässt sich die Konfiguration für die Zylinderinterpolation über Maschinenkonstanten definieren. Sollte keine Achsenkonfiguration im G182-Satz programmiert sein, so werden die betreffenden MC-Einstellungen automatisch von der CNC übernommen.

ZYLINDERRADIUS

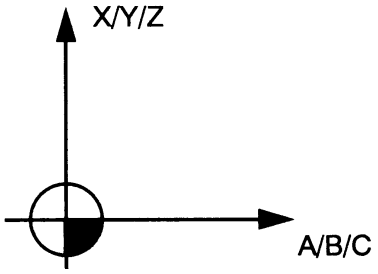
Der Zylinderradius wird von der CNC zur Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit des Drehtisches verwendet. Der Radius muss zwischen 1 mm und 500 mm liegen. Wenn eine G182-Satz kein R-Wort enthält, so wird eine Fehlermeldung angezeigt.

ÄNDERN DES ZYLINDERRADIUS

Der Zylinderradius lässt sich durch Programmieren eines anderen R-Wortes in einem weiteren G182-Satz ändern. Die Definition der Ebene muss in diesem Satz wiederholt werden.

EBENE DER GEKRÜMMTE FLÄCHE

Die Ebene der gekrümmten Fläche wird mit AX, BY oder CZ bezeichnet, je nach Zylinder, auf dem die Kontur geschnitten werden soll.



NB9656

Achsen der Ebene der gekrümmten Fläche

Die horizontale Achse ist die Rotationsachse. Sie wird mit der entsprechenden Achsenadresse A, B, C in Grad und Bruchteilen von Grad programmiert.

Die vertikale Achse ist die Zylinderachse. Sie wird mit der entsprechenden Achsenadresse X, Y, Z in mm bzw. Inch programmiert.

Die Werkzeugachse steht senkrecht zur Zylinderwand und wird programmiert in mm oder Inch mit den Adressen Y bzw. Z für die AX-Ebene, X bzw. Z für die BY-Ebene, X bzw. Y für die CZ-Ebene je nach der Achse, in der das Werkzeug geladen ist.

NULLPUNKT

Der Nullpunkt in der Rotationsachse, der Zylinderachse und der Werkzeugachse muss programmiert werden, bevor die Zylinderinterpolation wirksam ist. Dies kann erreicht werden über:

G51-G52	Istwert setzen
G53-G59 oder G54.[Nr.]	gespeicherte Nullpunktverschiebung
G92/G93	Nullpunktverschiebung

Bei wirksamer Zylinderinterpolation (G182) ist keine Nullpunktverschiebung erlaubt, bis auf Grundkoordinatensystem zurückgeschaltet wird.

KOORDINATEN

Es könne nur kartesische Koordinaten verwendet werden.

Die Funktionen G90 und G91 dienen zum Programmieren absoluter bzw. inkrementelle Maßangaben und lassen sich für Rotationsachsen, Zylinderachsen und Werkzeugachsen einsetzen.

EILGANGBEWEGUNGEN (G0)

Eine Eilgangbewegung wird mit G0 und dem Endpunkt der Bewegung programmiert.
Es könne zwei oder drei Achsen in einem Satz programmiert werden. Die Verfahrbewegungen werden von der Positionierlogik gesteuert.

Werkzeug in Richtung Zylinder	:	1. Bewegung in der Ebene 2. Bewegung in der Werkzeugachse
Werkzeug weg vom Zylinder	:	1. Bewegung in der Werkzeugachse 2. Bewegung in der Ebene

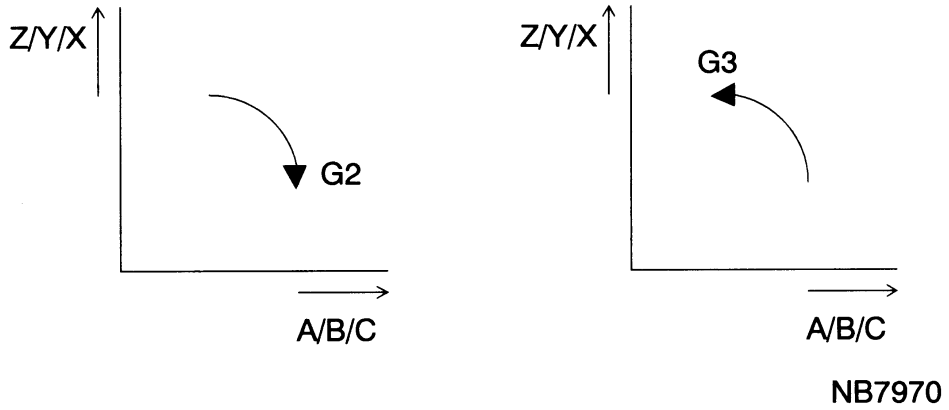
GERADLINIGE VORSCHUBBEWEGUNGEN (G1)

Eine geradlinige Vorschubbewegung wird mit G1, dem Endpunkt der Bewegung und der Vorschubgeschwindigkeit programmiert.
Es könne zwei oder drei Achsen in einem Satz programmiert werden. Sämtliche Achsen verfahren gleichzeitig und erreichen ihren Endpunkt zur gleichen Zeit.

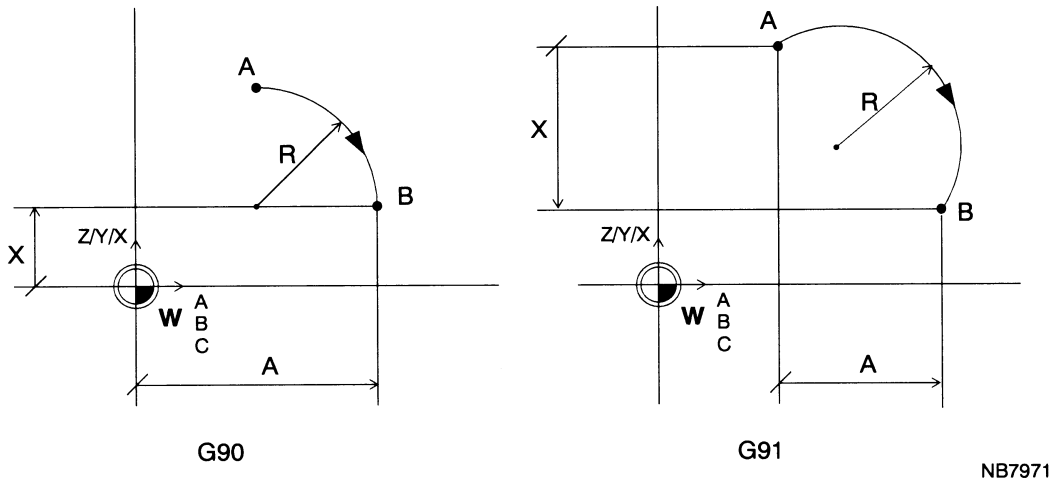
Der programmierte Vorschub ist der Oberflächenvorschub auf dem Zylinder, dessen Radius im G182-Satz programmiert ist.

KREISFÖRMIGE VORSCHUBBEWEGUNGEN (G2/G3)

Eine kreisförmige Vorschubbewegung kann nur mit G2 oder G3, den Endpunktkoordinaten und dem Bogenradius (R-Wort) programmiert werden.



Richtung der Kreisbewegung



Kreisbogen mit Endpunkt und Radius

RADIUSKORREKTUR

Für die Radiuskorrektur in der Zylinderebene können die Funktionen G40, G41, G42, G43 und G44 eingesetzt werden. Diese Funktionen haben die gleiche Bedeutung wie im Grundkoordinatensystem (G180 wirksam). Die Blickrichtung zum Definieren von LINKS und RECHTS ist vom Werkzeug auf den Zylinder.

Hinweis: Wird G180 programmiert und ist Radiuskorrektur noch wirksam, wird sie von G180 gelöscht.
Es empfiehlt sich die Radiuskorrektur mit G40 zu löschen und dann auf das Grundkoordinatensystem zu wechseln.

WERKZEUGGRÖßE

Es können sich bei einem zu großen Werkzeugradius Hinterschneidungen ergeben. Die Hinterschneidungen sind von der Form, Größe und Bearbeitungstiefe des Werkzeuges abhängig.

Hinweis: Bei Konturen auf dem Zylinder erreicht man die größte Genauigkeit, wenn der Werkzeugdurchmesser etwa 0,2 mm kleiner ist als die Einstichbreite.

LÖSCHEN

Die Zylinderinterpolation wird entweder mit G180, M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

EINSCHALTZUSTAND

Beim Einschalten der CNC und bei CNC rücksetzen wird G180 automatisch wirksam.

ZULÄSSIGE FUNKTIONEN

Zulässige Funktionen sind: G0, G1, G2/G3, G4, G14, G22, G23, G29, G40-G44, G90/G91, G94/G95, G180/G182.

Hinweise

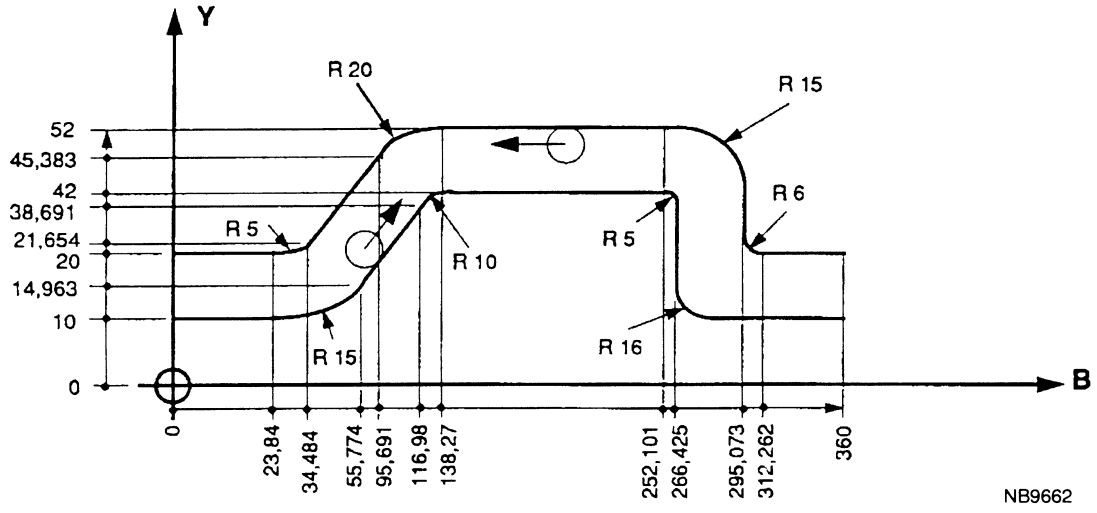
1. Wenn während der Zylinderinterpolation G14 oder G29 eingesetzt wird, so muss die Nummer des Satzes auf den gesprungen wird im Programmabschnitt für die Zylinderinterpolation programmiert werden.
2. Die beim Aktivieren der Zylinderinterpolation wirksame Funktion G94 bzw. G95 wird nicht von G182 beeinflusst.
3. Weitere G-Funktionen sind bei wirksamer G182 nicht zulässig.

Beispiele

Beispiel 1

Der Einstich auf der gekrümmten Oberfläche eines Zylinders (Durchmesser 40 mm) soll mit einem zweischneidigen Schaftfräser (Durchmesser 9.5 mm) gefräst werden. Die Bearbeitungstiefe ist 4 mm. Die waagrechte Bearbeitung des Werkstückes erfolgt in der Rotationsachse c, der Zylinderachse Z und der Werkzeugachse Y.

Die Programmierung der Kontur sieht folgendermaßen aus:



N12340
N1 G18 S1000 T1 M6
N2 G54

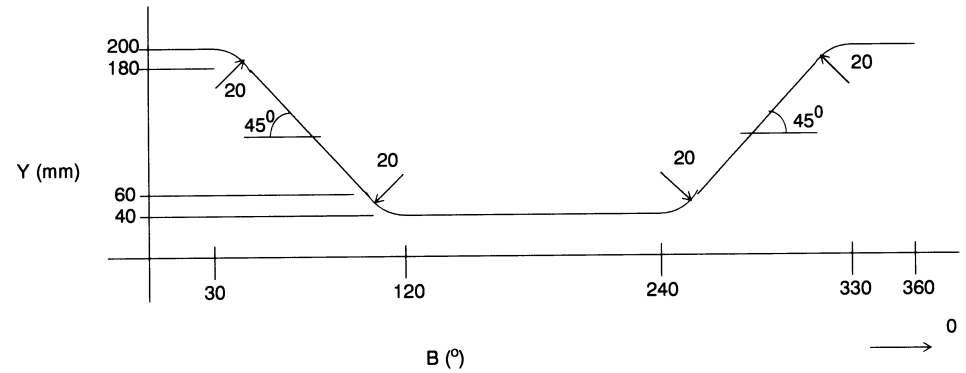
```
N3 G182 Y1 C1 Z1 R20
N4 G0 Z15 C0 Y22 M3
N5 G1 Y16 F200
N6 G43 Z10
N7 G41
N8 G1 C23.84
N9 G3 Z14.963 C55.774 R15
N10 G1 Z38.691 C116.98
N11 G2 Z42 C138.27 R10
N12 G1 C252.101
N13 G2 Z37 C266.425 R5
N14 G1 Z26
N15 G3 Z10 C312.262 R16
N16 G1 C365
N17 G40
N18 G41 Z20
N19 G1 C312.262
N20 G2 Z26 C295.073 R6
N21 G1 Z37
N22 G3 Z52 C252.101 R15
N23 G1 C138.27
N24 G3 Z45.383 C95.691 R20
N25 G1 Z21.654 C34.484
N26 G2 Z20 C23.84 R5
N27 G1 C0
N28 G40
N29 G180
N30 G0 Y100 M30
```

Erläuterung:

N1	:	Werkzeug einwechseln. Arbeitsebene wählen. Da die Werkzeugachse die Y-Achse ist, muss G18 gewählt werden.
N2	:	Gespeicherte Nullpunktverschiebung G54 aktivieren.
N3	:	Für die BY-Ebene auf zylindrisches Koordinatensystem umschalten, Z-Achse als Werkzeugachse einsetzen und Zylinderradius mit 20 mm festlegen.
N4	:	Auf Anfangsposition fahren und Spindel starten.
N5	:	Vorschubbewegung auf Tiefe.
N6	:	Radiuskorrektur BIS zur unteren Kontur aktivieren.
N7	:	Radiuskorrektur LINKS aktivieren.
N8-16	:	Punkte der Kontur bis 365 (=360 + Auslauf).
N17	:	Radiuskorrektur löschen; die Werkzeugspitze sollte in Position 365 stehen.
N18	:	Radiuskorrektur LINKS aktivieren; Werkzeug auf die obere Kontur fahren.
N19-27	:	Punkte der oberen Kontur.
N28	:	Radiuskorrektur löschen.
N29	:	Auf Grundkoordinatensystem zurückschalten.
N30	:	Werkzeug aus dem Werkstück zurückziehen; Programm-Ende.

Beispiel 2

Der Einstich auf der gekrümmten Oberfläche eines Zylinders (Radius 114.6 mm) soll gefräst werden. Die Bearbeitungstiefe ist 2 mm. Die waagrechte Bearbeitung des Werkstückes erfolgt in der Rotationsachse B, der Zylinderachse Y und der Werkzeugachse Z.
Die Programmierung der Kontur sieht folgendermaßen aus:



NB8558

```
N9011
N1 G17
N2 G54
N3 S500 T1 M6
N4 G182 Y1 B1 Z1 R114.6
N5 G0 Y180 B0 Z116 M3
N6 G43 Y200
N7 G1 Z114 F300
N8 G42
N9 B30
N10 G2 Y194.142 B37.071 R20
N11 G1 Y45.858 B112.929
N12 G3 Y40 B120 R20
N13 G1 B240
N14 G3 Y45.858 B247.071 R20
N15 G1 Y194.142 B322.929
N16 G2 Y200 B330 R20
N17 G1 B360
N18 G40
N19 G0 Z150 M30
```

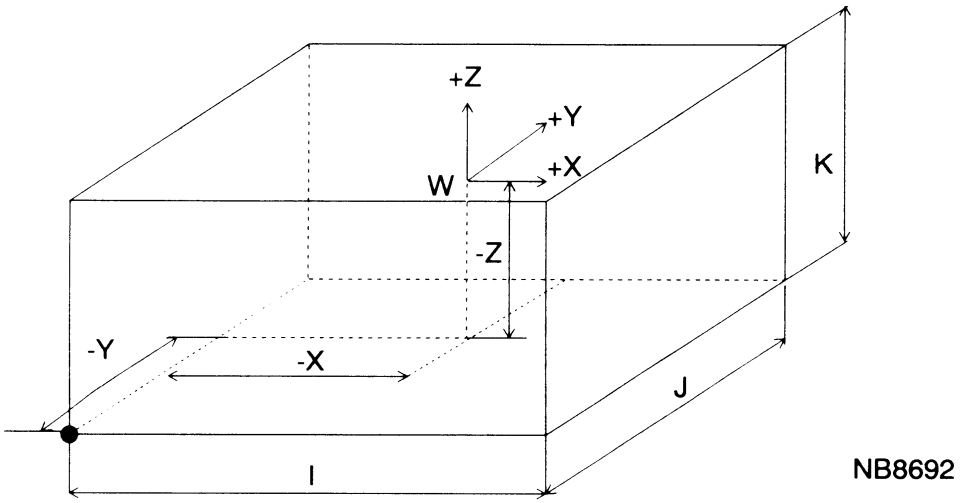
Erläuterung:

N1	:	Bearbeitungsebene festlegen.
N2	:	Gespeicherte Nullpunktverschiebung G54 aktivieren.
N3	:	Werkzeug 1 einwechseln und Spindel starten.
N4:		Für die BY-Ebene auf zylindrisches Koordinatensystem umschalten, Z-Achse als Werkzeugachse einsetzen und Zylinderradius mit 114.6 mm festlegen.
N5	:	In Eilgang auf Anfangsposition fahren und Spindel starten.
N6	:	Werkzeug BIS zur Kontur fahren.
N7	:	Vorschubbewegung auf Tiefe.
N8	:	Radiuskorrektur RECHTS aktivieren.
N9-17:		Werkzeug entlang der Kontur fahren. Die Konturpunkte sollten vom Teileprogrammierer aus den Zeichnungsdaten errechnet werden.
N18	:	Radiuskorrektur löschen.
N19	:	Werkzeug aus dem Werkstück zurückziehen. Programm-Ende.

5.62 G195 Grafikfensterdefinition

Zweck

Definieren der Abmessungen einer 3D-Grafikfensters und dessen Lage bezogen auf den Nullpunkt W. In diesem Fenster werden das Werkstück und die Maschinenteile dargestellt, zur grafischen Simulation des Teileprogrammablaufs.



3D-Grafikfenster-Definition

Format

N... G195 X... Y... Z... I... J... K... {B...} {B1=...} {B2=...}

Parameter

G	Grafikfensterdefinition
X	Anfangskoordinate
Y	Anfangskoordinate
Z	Anfangskoordinate
B	Rotation Rundachse hor. (3D)
I	Abmessung parallel zu X
J	Abmessung parallel zu Y
K	Abmessung parallel zu Z
B1=	Rotation Rundachse vert. (3D)
B2=	Rotation dritte Rundachse (3D)

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G196...G199

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG

Die verschiedenen Möglichkeiten der grafischen Unterstützung sind im Anhang GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG am Ende dieser Anleitung aufgeführt.

GRAFIKFENSTER

Das Fenster, d.h. ein begrenzter Bereich auf dem Bildschirm, ist eine rechteckiger 3D-Raum, dessen Abmessungen durch die Funktion G195 definiert sind.

Das Fenster wird nicht nur bei der grafischen Simulation eingesetzt, sondern auch bei der Synchrongrafik, bei der die aktuellen Werkzeugbewegungen an der Maschine gleichzeitig am CNC-Bildschirm sichtbar gemacht werden.

RELEVANTE FENSTERACHSE

Dadurch, dass am CNC-Bildschirm ein rechteckiges Bild dargestellt wird, ist der aus dem programmierten Wert (J-Wort) errechnete Maßstab der kürzeren Achse (Y-Achse in der XY-Ebene) entscheidend für den Maßstab der längeren Achse (X-Achse in der XY-Ebene).

KONTURDEFINITION (G196...G199)

Außer einem Fenster können für die grafische Simulation auch die Außenkontur eines Rohteils und/oder von Maschinenteilen und, nötigenfalls, die Innenkonturen definiert werden. Die Abmessungen dieser Konturen werden mit den Funktionen G196 bis G199 programmiert. Siehe die Beschreibung dieser Funktionen.

STANDARDABMESSUNGEN DES FENSTERS

Wenn keine Maßangaben für die 3D-Fenster definiert sind, so werden automatisch die Entfernungen den Software-Endschalter als Standardabmessungen benutzt.

BETRACHTUNGSWINKEL (B, B1=, B2=)

Bei Synchrongrafik oder 3D-Liniengrafik lässt sich das Werkstück in gedrehter Lage betrachten. Die Betrachtungswinkel werden mit den Wörtern B, B1=, B2= definiert.

	B Drehbewegung um	B1= Drehbewegung um	B2= Drehbewegung um
XY-Ebene (G17)	X-Achse	Y-Achse	Z-Achse
XZ-Ebene (G18)	Z-Achse	X-Achse	Y-Achse
YZ-Ebene (G19)	Y-Achse	Z-Achse	X-Achse

Weitere Methoden zur Auswahl eines Betrachtungswinkels finden sich in der Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch).

EINSCHALTSTELLUNG DER BETRACHTUNGSWINKEL

Wenn keine Betrachtungswinkel programmiert sind, so werden automatisch die folgenden Einschaltstellungen wirksam: B60, B1=30 und B2=0

EINSCHRÄNKUNGEN

Im MDI- oder Teach-in (Playback)-Betrieb ist die Verwendung der G195-Funktion nicht zulässig.

Beispiel

```
N9000
N1 G17                                  Bearbeitungsebene festlegen
N2 G195 X-30 Y-30 Z-70 I170 J150 K100   Grafikfenster definieren
N3 G199 .....                           Anfang der Grafikkonturbeschreibung
```

5.63 G196 Ende Grafikkonturbeschreibung

Zweck

Beenden der Konturbeschreibung für die grafische Simulation eines Teileprogrammablaufs.

Format

N... G196

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G195, G197...G199

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

FUNKTIONEN, DIE NACH EINEM G196-SATZ WIRKSAM SIND

Wird für eine Konturbeschreibung G64 benützt, dann wird nach dem G196-Satz die Funktion G64 deaktiviert (G63 ist aktiv)

Ist das letzte Element der Konturbeschreibung einen G2 oder G3, so wird sie nach dem G196-Satz in die Funktion G0 geändert.

Weitere, vor dem G199-Satz wirksame modale Funktionen bleiben unverändert.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. G199 muss vor G196 programmiert werden, anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

2. G196 kann nicht im MDI- und Teach-in (Playback)-Betrieb verwendet werden.

Beispiel

```
N9000
N1 G17
N2 G195 X-30 Y-30 Z-70 I170 J150 K100
N3 G199 X0 Y0 Z0 D-20
...
N10 G196
```

Erläuterung:

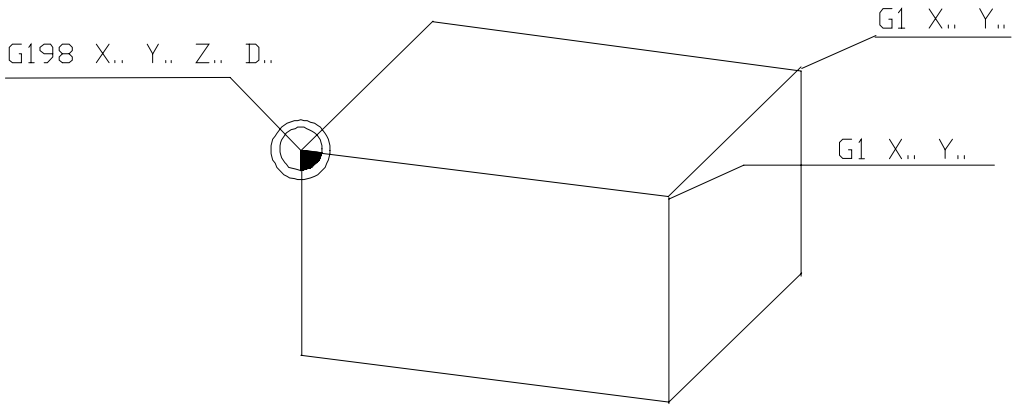
N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Grafikfenster definieren
N3 : Anfang der Grafikkonturbeschreibung
:
N10 : Ende der Grafikkonturbeschreibung

5.64 G197/G198 Anfang der Innen/Außenkonturbeschreibung

Zweck

Definieren des Anfangspunktes der Kontur eines Werkstücks oder eines Maschinenteils in einer grafischen Darstellung. Es könne sowohl Außen- als Innenkonturen definiert werden. Nachdem der Konturanfangspunkt definiert ist, kann die Kontur mit den Funktionen G1 und G2 oder G3 programmiert werden.

G197 : Anfangspunkt einer Innenkontur definieren
G198 : Anfangspunkt einer Außenkontur definieren



Konturanfangspunkt definiert.
0: Nullpunkt definiert von G199.

Format

Definieren des Anfangspunktes einer Innenkontur:
N... G197 X... Y... D...

Definieren des Anfangspunktes einer Außenkontur:
N... G198 X... Y... {Z...} D...

Definieren des Anfangspunktes eines Geometrieelementes:
N... G198 X... Y... {Z...} {I1=..}.

Parameter

G	Anfang Innenkonturbeschreibung
X	Anfangskoordinate
Y	Anfangskoordinate
D	Tiefe der Kontur
I1=	Farbe

G197

G	Anfang Außenkonturbeschreibung
X	Anfangskoordinate
Y	Anfangskoordinate
Z	Anfangskoordinate
D	Tiefe der Kontur
I1=	Farbe

G198

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G195...G196, G199

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

ANFANGSPUNKT DER KONTURBESCHREIBUNG

Der Konturanfangspunkt wird mit den Linearachsenkoordinaten X, Y und Z programmiert. Die Koordinaten sind auf den im G199-Satz programmierten Punkt bezogen.

Die Koordinaten des Anfangspunktes müssen absolute kartesische Koordinaten sein. Polarkoordinaten dürfen nicht verwendet werden.

Die Verwendung von E-Parametern in Verbindung G197/G198 ist erlaubt. Es könne jedoch keine E-Parameter im G197/G198-Satz definiert werden.

Wenn im G198-Satz kein Z-Wort programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch Z0 verwendet.

Hinweis: Bei G197 wird kein Z-Wort verwendet.

KONTURBESCHREIBUNG

Nachdem der Konturanfangspunkt festgelegt wurde (in einem G197- oder G198-Satz), wird die Kontur mit den Funktionen G1, G2 und G3 programmiert.

G1 :eine Linie mit dem Endpunkt

G2/G3 :ein Kreisbogen mit Endpunkt und Radius oder Mittelpunkt und Endpunkt
ein vollständiger Kreis mit nur dem Mittelpunkt
die Verwendung von Spiralen- oder 2.5D-Interpolation ist nicht zulässig

Ein Endpunkt oder Mittelpunkt kann mit absoluten kartesischen oder polaren Koordinaten programmiert werden. Die Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz programmierten Punkt.

Für komplizierte Konturen lässt sich die Geometriefunktion der Steuerung (G64) einsetzen.

Die Kontur muss geschlossen sein, anderenfalls wird automatisch eine Gerade vom Endpunkt zum Anfangspunkt erzeugt.

Die Kontur muss in der mit der wirksamen Funktion G17, G18 bzw. G19 definierten Hauptebene liegen.

KONTURTIEFE (D)

Die Tiefe der Außenkontur wird mit dem D-Wort programmiert. Der betreffende Wert richtet sich nach der Werkzeugachsenkoordinate im G198-Satz.

Ist der Konturgrund Z0 (XY-Ebene), so ist die Tiefe positiv. Ist die Oberfläche Z0, so ist die Tiefe negativ.

Die Tiefe der Innenkontur wird ebenfalls mit dem D-Wort programmiert. Der betreffende Wert richtet sich nach der Tiefe der Außenkontur.

INNENKONTUREN

Eine Innenkontur muss innerhalb einer vorher definierten Außenkontur liegen.

Innenkonturen dürfen die Seiten der Außenkontur nicht schneiden oder tangieren.

Eine Innenkontur darf nicht innerhalb einer anderen Innenkontur liegen.

MEHRERE KONTURBESCHREIBUNGEN

Wenn ein Teil aus unabhängigen Konturelementen besteht, z.B. Schichten oder Bohrungen, so kann jedes einzelne Konturelemente mit der Funktion G198 bzw. G197 definiert werden. Die vorherige Konturbeschreibung wird mit der jeweiligen Funktion beendet, wonach die Beschreibung der nächsten Kontur beginnt.

Eine vollständige Kontur, d.h. die Außenkontur ebenso wie die Innenkontur, muss in einem einzigen Abschnitt programmiert werden.

Nachdem allen Konturelementen definiert sind, wird die vollständige Konturbeschreibung mit G196 beendet.

ZEICHNEN GEOMETRIE ELEMENTEN (LINIE ODER KREIS)

Eine Geometrie Element kann mit G198 in mehreren Farben gezeichnet werden. Räumliche Geometrie Elementen werden auf die aktive Ebene von der Grafikfunktion projektiert. Hiermit können komplette Zeichnungen gemacht werden.

Dies ist nur möglich, wenn im G199 Satz, ein B4 programmiert ist.
Die Tiefe (D) hat keine Bedeutung und ist nicht erlaubt.

Nur G0, G1, G2 und G3 ist erlaubt.

Es können einige Geometrie Elementen nacheinander programmiert werden. In einem Teileprogramm können mehrere Geometrie Elementen definiert werden.

Die Kontur ist nur während der Simulation de Drahtmodellgrafik sichtbar.

Mögliche Farben (I1=):

1	rot	11	hell rot
2	grün	12	hellgrün
3	gelb	13	hellgelb
4	blau	14	hellblau
5	grau	15	hellmagenta
6	zyan	16	hellzyan
7	weiß	17	hellweiß
8	schwarz	18	schwarz
9	Vordergrund	19	Vordergrund
10	Hintergrund	20	Hintergrund

Um eine Geometrie Element zu entfernen muss die gleiche Geometrie im Hintergrund Farbe gezeichnet werden.

BEENDEN EINER KONTURBESCHREIBUNG

Eine Konturbeschreibung wird beendet, indem mit G198 eine weitere Außenkontur oder mit G197 eine Innenkontur definiert wird, oder aber, wenn mit G196 angegeben wird, dass keine weiteren Konturen vorgesehen sind.

KONTURBESCHREIBUNG IM MAKRO

Wird für die Konturbeschreibung eine Makro verwendet, z.B. um Maschinenteile zu beschreiben, so müssen sämtlichen Grafikfunktionen (G199, G198, G197, G196) im Makro enthalten sein.

FUNKTIONEN DER BEI EINER KONTURBESCHREIBUNG ZULÄSSIG SIND

Bei einer Konturbeschreibung können nur die folgenden Funktionen verwendet werden:

- G1, G2, G3 : zum Beschreiben einer Kontur
- G64/G63 : zum Definieren der Kontur unter Zuhilfenahme der Geometriefunktion
- G196 : zum Beenden der Konturbeschreibung
- G197/G198 : zum Definieren einer weiteren Kontur

FUNKTIONEN DER BEI EINER KONTURBESCHREIBUNG ÜBERLESEN WERDEN

Funktionen wie Radiuskorrektur, Vergrößern/Verkleinern, Spiegeln und Achsendrehung, soweit sie vor dem Betrieb mit G199 wirksam waren, werden während der grafischen Simulation überlesen. Es wird keine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

Es empfiehlt sich daher, die folgenden Funktionen vor dem Betrieb mit G199 zu aktivieren:

- G40 (keine Radiuskorrektur)
- G72 (kein Spiegeln oder Vergrößern/Verkleinern)
- G90 Absolute Koordinaten
- G93 B4=0 (keine Achsendrehung)
- G180 Grundkoordinatensystem

EINSCHRÄNKUNGEN ZUR KONTURBESCHREIBUNG

1. Die Achsenkoordinaten müssen absolut sein und in der wirksamen Hauptebene liegen.
2. Die G1- und G2/G3-Satze erlauben den Einsatz von Polarkoordinaten und der Kombination einer Koordinate mit einem Winkel. Diese können nicht zum Definieren des Konturanfangspunktes verwendet werden.
3. Bei einer Konturbeschreibung können keine vorher definierten Punkte verwendet werden.
4. Zum Definieren des Konturanfangspunktes dürfen keine E-Parameter verwendet werden. Die Verwendung von Parametern bei der Konturbeschreibung ist möglich (G1- und G2/G3-Sätze).

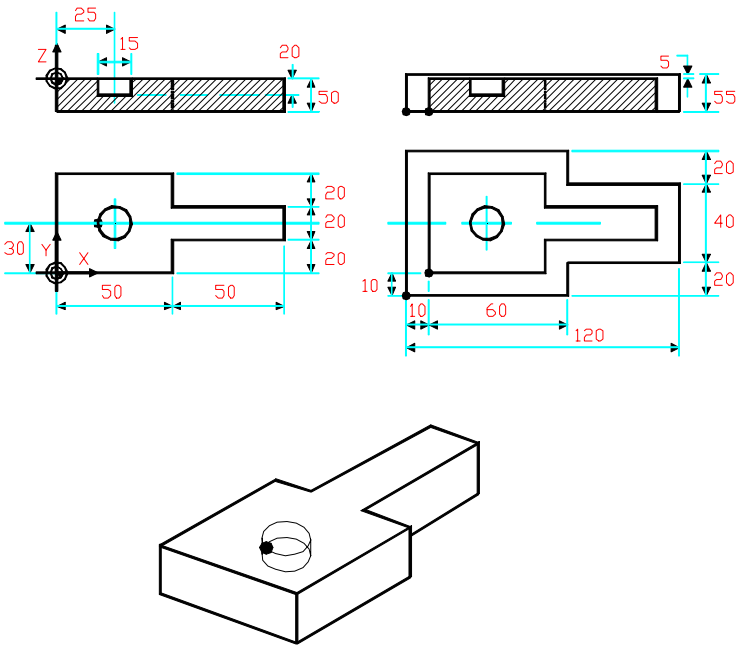
EINSCHRÄNKUNGEN ZUM BETRIEB MIT G197 UND G198

Bei Betrieb mit G197 wird keine Z-Koordinate verwendet. Die Tiefe (D-Wort) bei G197 richtet sich nach der Tiefe der Außenkontur.

G197 und G198 können nicht im MDI- oder Teach-in (Playback)-Betrieb verwendet werden.

Beispiel

BEISPIEL 1 Außen- und Innenkontur-Definition

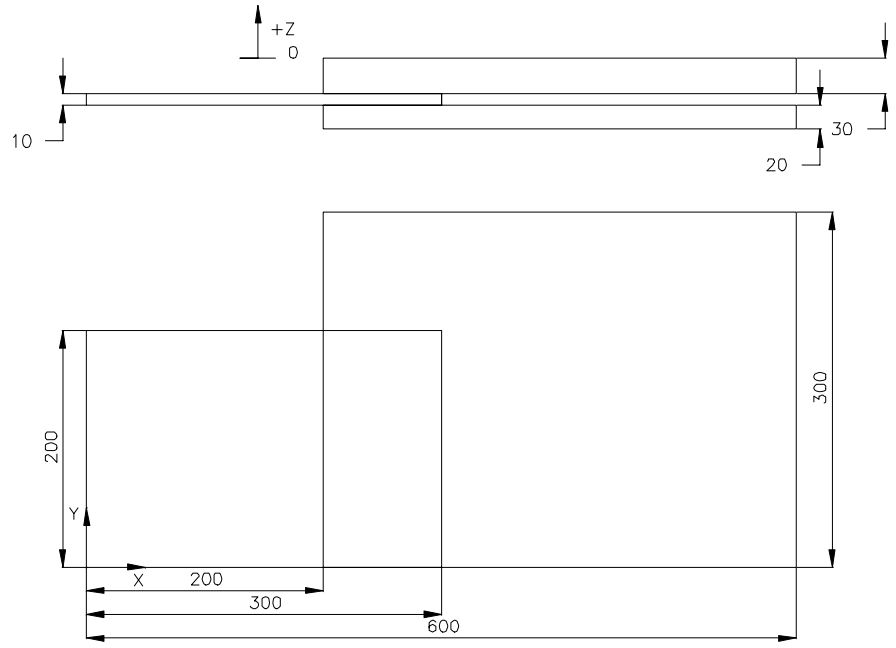



```
N1971981
N1 G17
N2 G195 X-10 Y-10 Z10 I120 J80 K-40
N3 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N4 G198 X0 Y0 Z0 D-20
N5 G1 X50
N6 Y20
N7 X100
N8 Y40
N9 X50
N10 Y60
N11 X0
N12 Y0
N13 G197 X17.5 Y30 D-10
N14 G2 I25 J30
N15 G196
```

Erläuterung:

N1	:	XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N3	:	Anfang der Konturbeschreibung
N4	:	Anfangspunkt der Außenkontur definieren
N5-N12:		Beschreibung der Außenkontur. Die Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz programmierten Punkt
N13	:	Anfangspunkt der Innenkontur definieren
N14	:	Innenkontur als einen vollständigen Kreis beschreiben
N15	:	Ende der Konturbeschreibung

BEISPIEL 2: Kontur mit verschiedenen Schichten

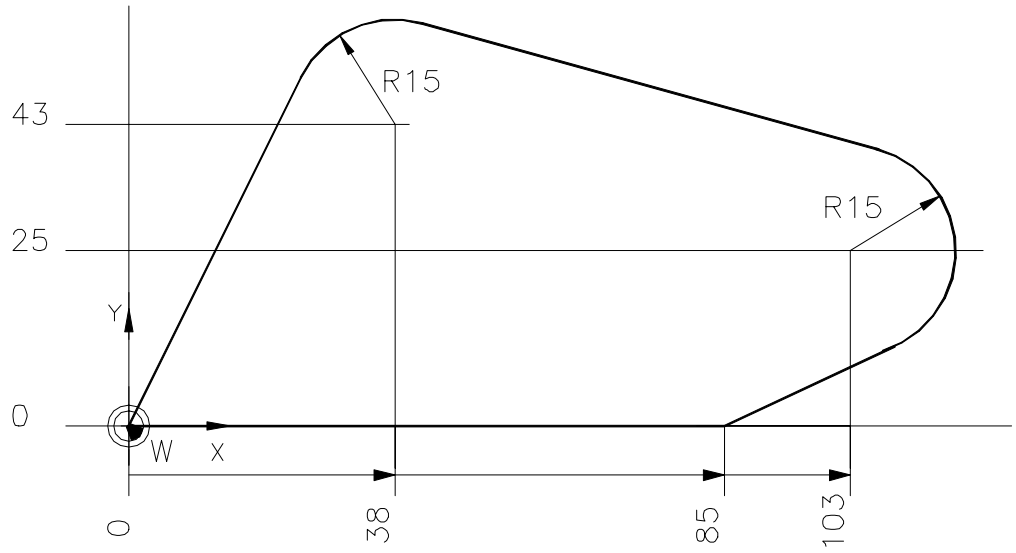



```
N1971982
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-5 Y-5 Z5 I610 J310 K-70
N4 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N5 G198 X0 Y0 Z-30 D-10
N6 G1 X300
N7 Y200
N8 X0
N9 Y0
N10 G198 X200 Y0 Z0 D-30
N11 G1 X600
N12 Y300
N13 X200
N14 Y0
N15 G198 X200 Y0 Z-40 D-20
N16 G1 X600
N17 Y300
N18 X200
N19 Y0
N20 G196
```

Erläuterung:

N1	:	Programmnullpunkt setzen
N2	:	XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N4	:	Anfang der Konturbeschreibung
N5	:	Anfangspunkt der Außenkontur definieren (erste Schicht)
N6-N9	:	Erste Schicht beschreiben
N10	:	Anfangspunkt der Außenkontur beschreiben (zweite Schicht)
N11-N14	:	Zweite Schicht beschreiben
N15	:	Anfangspunkt der Außenkontur beschreiben (dritte Schicht)
N16-N19	:	Dritte Schicht beschreiben
N20	:	Ende der Konturbeschreibung

BEISPIEL 3: Mit Hilfe der Geometriefunktion beschriebene Kontur




```
N1971983
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I138 J78 K-30
N4 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N5 G198 X0 Y0 Z0 D-10
N6 G64
N7 G1 X85 Y0
N8 R1=0
N9 G3 I103 J25 R15 R1=0
N10 G1 R1=0
N11 G3 I38 J43 R15      R1=0
N12 G1 X0 Y0
N13 G63
N14 G196
N15 S1000 T1 M6
N16 G0 X-15 Y-15 Z20 M3
N17 G1 Z-10 F1000
N18 G43 Y0
N19 G42
N20 G14 N1=6 N2=13
N21 G40
N22 G0 X-15 Y-15 Z100 M30
```

Erläuterung:

N1	:	Programmnullpunkt setzen
N2	:	XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N4	:	Anfang der Konturbeschreibung
N5	:	Anfangspunkt der Außenkontur definieren
N6-N13:		Außenkontur beschreiben. Die Koordinaten beziehen sich auf den im G99-Satz programmierten Punkt. Die Programmierung der Kontur erfolgt mit Hilfe der Geometriefunktion der Steuerung.
N14	:	Ende der Konturbeschreibung

N15 : Werkzeug einwechseln und Spindeldrehzahl setzen
N16 : Spindel einschalten und Werkzeug auf die Ausgangsposition fahren
N17 : Werkzeug auf Tiefe fahren
N18 : Werkzeug BIS zur Kontur fahren
N19 : Radiuskorrektur RECHTS abrufen
N20 : Entlang der Kontur fahren. Im Betrieb mit G14 wird die in der Außenkonturbeschreibung programmierte Kontur verwendet
N21 : Radiuskorrektur löschen
N22 : Werkzeug auf die Ausgangsposition fahren und in der Werkzeugachse wegfahren. Programm-Ende.

BEISPIEL 4: Zeichnen von Rohteil (Zylinder) für Drehen.

```
N9999
N1 G17
N4 G36 (endlos drehen)
N6 G17 Z1=1 Y1=2
N7 G195 X-1 Y-1 Z1 I2 J12 K-11
N8 G199 X0 Y0 Z0 B4 C2
N9 G198 I1=14 X0 Y8 Z0
N10 G2 X0 Y0 I0 J0
N11 G1 X0 Y8 Z-8
N12 G2 X0 Y8 I0 J0
N13 G196
N14 ...
```

Erläuterung:

N1 Ebene setzen für Fräsen. Längenkorrektur in Z-Richtung.
N4 Drehbetrieb
N6 Ebene setzen für Drehen.
Haupt-Achse-1 ist Z, Haupt-Achse-2 ist Y.
Radiuskorrektur in ZY Ebene.
N7 Grafik Fenster setzen
N8 Anfang Material Grafikkonturbeschreibung. B4 heißt selbst zeichnen.
N9 Anfang Konturbeschreibung. I1=14 ist Farbe Hell Blau
N10 Oberen Kreis der Zylinder.
N11 Verbindungslinie
N12 Unteren Kreis von Zylinder.
N13 Grafikkonturbeschreibungs-Ende

5.65 G199 Anfang Grafikkonturbeschreibung

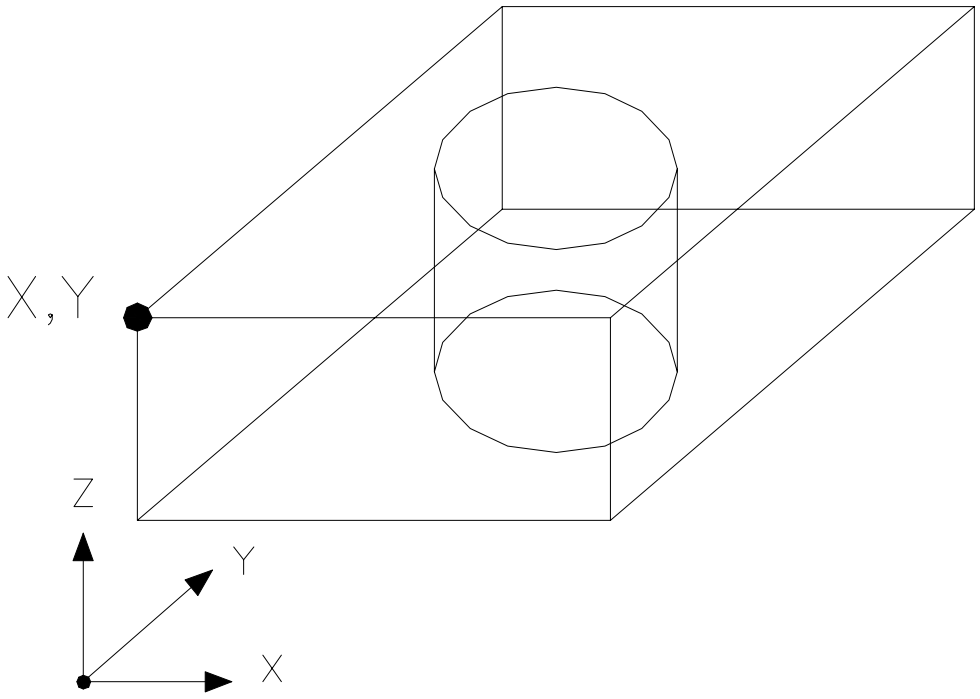
Zweck

1. Definieren der Position einer Rohteilkontur, bezogen auf den Programmnullpunkt oder den Maschinennullpunkt, zwecks der grafischen Simulation eines Teileprogrammablaufs.

2. Definieren der Position irgendeines Maschinenteils, mit dem das Werkzeug kollidieren könnte. Die Kollision muss während der grafischen Simulation erkannt werden.

3. Zeichnen einer Kontur während der Simulation der Drahtmodellgrafik.

4. Zeichnen einer oder mehrerer Geometrieelemente (Linie oder Kreis) während der Simulation der Drahtmodellgrafik.



Format

Definieren einer Rohteilkontur:
N... G199 [Koordinaten der Position] B1 {C1} {C2}

Definieren einer Maschinenteilkontur:
N... G199 [Koordinaten der Position] B2 {C1} {C2}

Zeichnen einer Kontur während der Simulation der Drahtmodellgrafik.
N... G199 [Koordinaten der Position] B3 {C1} {C2}

Zeichnen einer oder mehrerer Geometrie Elementen (Linie oder Kreis) während der Simulation der Drahtmodellgrafik.
N... G199 [Koordinaten der Position] B4 {C1} {C2}

Parameter

G	Anfang Grafikkonturbeschreibung
X	Anfangskoordinate
Y	Anfangskoordinate
Z	Anfangskoordinate
B	1=Mat.,2=Masch.,3=Kontur,4=zeichn
C	Nullpunkt 1=Maschine,2=Werkstück

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G195...G198

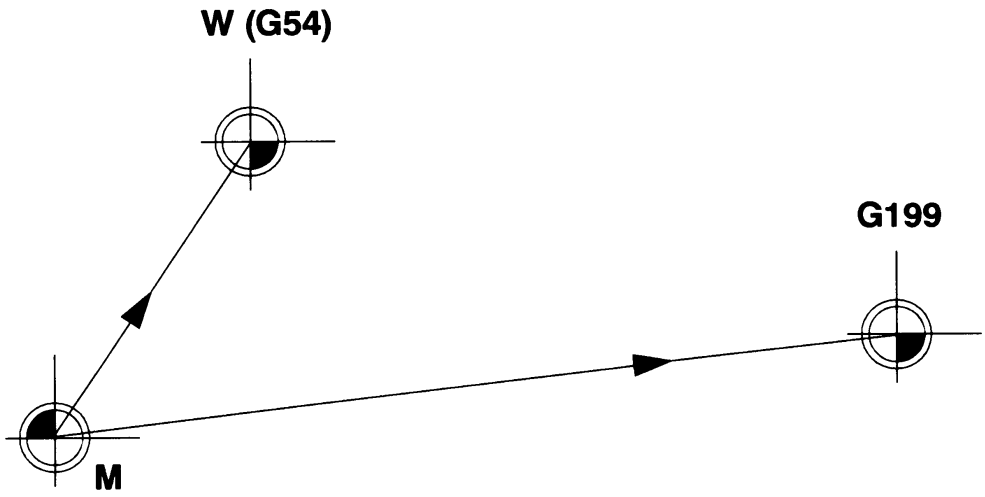
Art der Funktion

Nicht modal

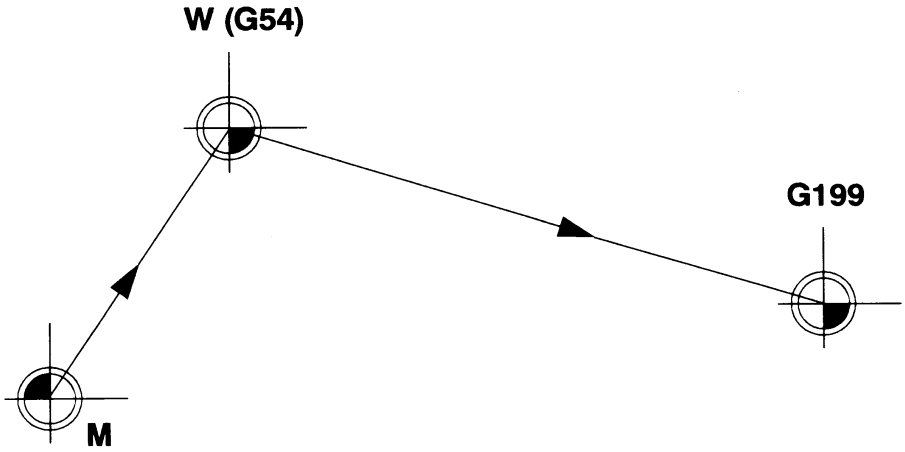
Hinweise und Verwendung

NULLPUNKT (C1/C2)

Die Position der Kontur kann entweder auf den Maschinennullpunkt MO oder auf den Programmnullpunkt W bezogen sein.



C1 Die Position der Kontur ist auf den Maschinennullpunkt MO bezogen.



C2 Die Position der Kontur ist auf den Programmnullpunkt W bezogen.

EINSCHALTSTELLUNGEN FÜR DIE NULLPUNKTE

Wenn kein C-Wort programmiert ist, so gelten automatisch folgende Einschaltstellungen:

Für ein Rohteil beziehen sich die G199-Koordinaten auf den Programmnullpunkt W (C2).

Für Maschinenteile beziehen sich die G199-Koordinaten auf den Maschinennullpunkt MO (C1).

KOORDINATEN DER KONTURPOSITION

Die Koordinaten der Konturposition müssen absolute, kartesische Koordinaten sein. Die Verwendung von Polarkoordinaten ist nicht zulässig. Die Koordinaten beziehen sich auf den mit dem C-Wort definierten Punkt.

Es ist nicht möglich, die Konturposition mit E-Parametern zu definieren. Definierte Punkte können nicht verwendet werden.

ART DER KONTURBESCHREIBUNG (B)

Die Konturbeschreibung kann viererlei Zwecke dienen:

1. Definieren der Kontur eines Rohteils (Wort B1).
2. Definieren der Kontur von Maschinenteilen, etwa Spannzeuge (Wort B2).
3. Zeichnen der Kontur von bearbeitenden Teilen (Wort B3).
4. Zeichnen der Geometrie Elementen (Linie oder Kreis) (Wort B4).

ROHTEIL (B1)

Die Außen- und Innenkontur eines Rohteils, d.h. die Form des unbearbeiteten Materials, kann mit Hilfe der Grafikfunktionen beschrieben werden. Der Arbeitsgang lässt sich an der CNC simulieren.

Für Einzelheiten über die Konturbeschreibung siehe die Funktionen G197/G198.

MASCHINENTEILE (B2)

Die Konturen von Maschinenteilen, z.B. Spannzeuge, können ebenfalls mit der G199-Funktion beschrieben werden. Eventuelle Kollisionen zwischen Werkzeug und Maschinenteilen lassen sich auf diese Weise erkennen.

Die für die Beschreibung von Werkstückkonturen gegebenen Einzelheiten gelten ebenfalls für Maschinenteile, wobei allerdings das B-Wort im G199-Satz B2 sein muss.

Die Maschinenteile werden meist am Anfang der Teileprogramme beschrieben. Die beschreibenden Sätze können jedoch auch weiter hinten im Programm stehen, in einem gesonderten Teil des Arbeitszyklus.

Es können einige Formen nacheinander programmiert werden, was den Aufbau des Maschinenteils aus mehreren Schichten erlaubt.

In einem Teileprogramm können mehrere Maschinenteile definiert werden.

Mit Hilfe von Makros lässt sich eine Bibliothek von Maschinenteilen anlegen.

KONTUREN (B3)

Die Kontur eines bearbeiteten Teiles (Außenkontur Rechtecktasche), kann mit Hilfe der Grafikfunktionen beschrieben werden.

Die Kontur ist nur während der Simulation de Drahtmodellgrafik sichtbar.

Für Einzelheiten über die Konturbeschreibung siehe die Funktionen G197/G198. Für Konturen wird jedoch im G199 B3 programmiert.

Die Konturen können überall im Teileprogramm beschrieben werden. In einem Teileprogramm können mehrere Konturen definiert werden.

Es besteht kein unterschied zwischen G198 und G197 Konturen.

Die Konturen werden in der Farbe hellblau (Zyan) gezeichnet.

GEOMETRIE ELEMENTEN (LINIE ODER KREIS) (B4)

Geometrie Elementen (Linie oder Kreis) könne ebenfalls mit der G198-Funktionalität gezeichnet werden. Räumliche Geometrie Elementen werden auf die aktive Ebene von der Grafikfunktion projektiert. Hiermit können komplette Zeichnungen gemacht werden.

Mit G199 B4 wird definiert, dass Geometrie Elementen gezeichnet werden müssen.

Die Kontur ist nur während der Simulation de Drahtmodellgrafik sichtbar.

Für Einzelheiten über die Geometrie Elementen siehe die Funktion G198.

WERKZEUGSYMBOL

Mit dem G-Wort im Werkzeugspeicher kann dem Werkzeug ein Werkzeugsymbol zugeordnet werden. Es steht eine Reihe von Werkzeugsymbolen zur Auswahl. Sie ermöglichen es die CNC, den Arbeitsgang genau zu simulieren.

Für die Auswahl eines Werkzeugsymbols siehe die Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch).

GRAFIKFUNKTIONEN UND MAKROS

Die Funktionen für den Anfang der Konturbeschreibung (G199), für die Konturbeschreibung selbst (G198 und/oder G197) und für ihre Beendigung (G196) müssen im gleichen Teileprogramm oder Unterprogramm (Makro) enthalten sein.

Die Verwendung von E-Parametern in Verbindung G199 ist erlaubt. Es könne jedoch keine E-Parameter im G199-Satz definiert werden.

WEITERE ROHTEILKONTURBESCHREIBUNGEN

Ein Teileprogramm kann mehrere Konturbeschreibungen für ein Rohteil enthalten. Jede Kontur muss mit den Funktionen G199, G198 und G196 definiert werden. Darüber hinaus muss ein neues Grafikfenster (G195) definiert werden.

Am Bildschirm wird nur eine Rohteilkontur dargestellt. Wird eine neue Beschreibung erkannt, so wird die vorherige gelöscht und die neue Kontur dargestellt.

EBENENAUSWAHL (G17, G18, G19)

Wenn eine der Funktionen für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) erkannt wird, so wird das dargestellte Programm gelöscht. Nach der G-Funktion für die Ebenenauswahl kann eine weitere Konturbeschreibung folgen.

Es wird nur die Bewegungen in der zuletzt programmierten Ebene angezeigt.

ZYLINDERINTERPOLATION

Den in der Zylinderebene programmierten Bewegungen (G182) können nicht am CNC-Bildschirm dargestellt werden.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. Dem G199-Satz sollte eine G198-Funktion unmittelbar folgen.

2. Die G199-Funktion kann nicht im MDI- oder Teach-in (Playback)-Betrieb verwendet werden.

3. Eine Konturbeschreibung sollte nicht wiederholt werden, wenn an einer anderen Stelle G14 programmiert wurde. Die CNC wiederholt dann nämlich die Konturbeschreibung und die zugehörigen Operationen vor der G14-Funktion und beendet den Vorgang nicht korrekt.
   Es empfiehlt sich, die Sätze nochmals im Programm zu schreiben oder die Konturbeschreibung in ein Makro einzubinden.

4. Eine Konturbeschreibung darf nur im Grundkoordinatensystem erfolgen, d.h. im Betrieb mit G180.

BETRIEB MIT EINER KONTURBESCHREIBUNG

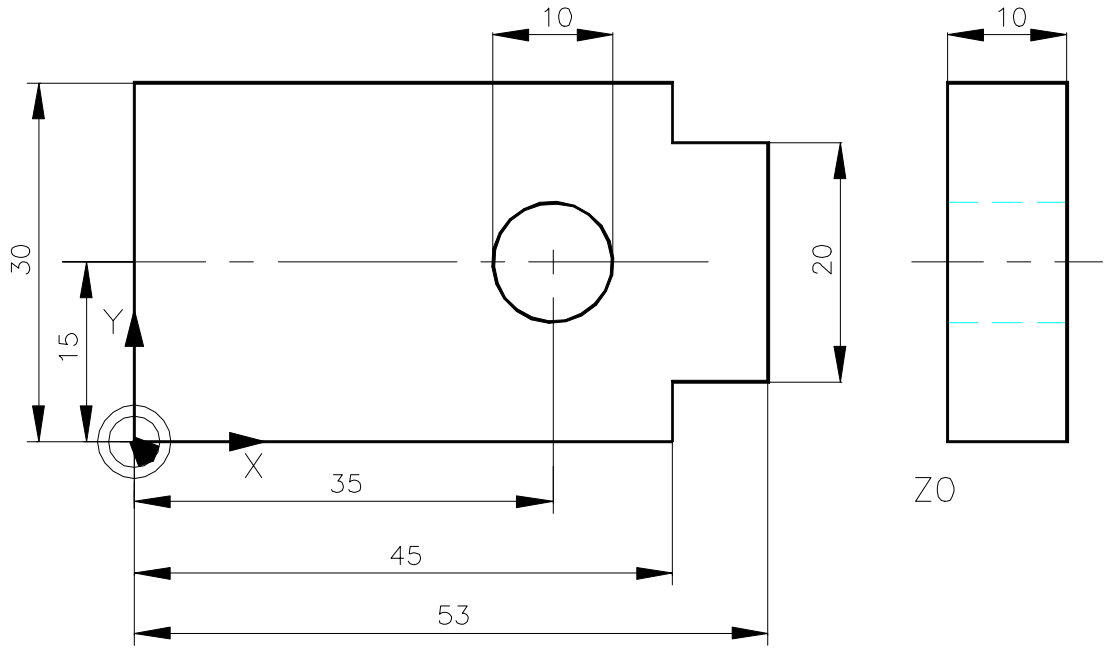
1. Eine zwischen G199 und G196 beschriebene Kontur wird als ein Programmsatz verarbeitet, d.h. die gesamte Kontur wird im Einzelsatzbetrieb in einem Schritt bearbeitet.

2. Die Suche nach einem Satz zwischen G199 und G196 über manuelle Satzsuche ist nicht zulässig und führt zu einer Fehlermeldung.

3. Die Konturbeschreibung kann nicht durch die Anweisung "Intervention" unterbrochen werden. Die Anweisung wird erst ausgeführt, nachdem die Kontur vollständig beschrieben ist.

Beispiel

Definieren einer Rohteilkontur mit Spannzeugen



Jedes Spannzeug wird in einem gesonderten Makro beschrieben. Der Anfangspunkt der Spannzeugkontur wird mit zwei Parametern programmiert:

E1: X-Koordinate des Konturanfangspunktes bezogen auf den Programmnullpunkt
E2: Y-Koordinate des Konturanfangspunktes bezogen auf den Programmnullpunkt

Die Kontur selbst wird mit festen Maßangaben programmiert.

Bei Verwendung dieses Spannzeugs in unterschiedliche Teileprogramme müsse die beiden Parameter beim Makroaufruf eingestellt werden. Das Spannzeug kann dann für grafische Zwecke eingesetzt werden.

Makro für das linke Spannzeug

```
N1991
N1 G92 X=E1 Y=E2
N2 G199 X0 Y0 Z0 B2   C2
N3 G198 X0 Y0 Z0 D10
N4 G1 X45
N5 Y5
N6 X53
N7 Y25
N8 X45
N9 Y30
N10 X0
N11 Y0
N12 G197 X30 Y15 D-10
N13 G2 I35 J15
N14 G196
N15 G92 X=-E1 Y=-E2
```

Makro für das rechte Spannzeug

```
N1992
N1 G92 X=E1 Y=E2
N2 G199 X0 Y0 Z0 B2 C2
N3 G198 X0 Y0 Z0 D10
N4 G1 X-45
N5 Y-5
N6 X-48
N7 Y-25
N8 X-45
N9 Y-30
N10 X0
N11 Y0
N12 G197 X-30 Y-15 D-10
N13 G2 I-35 J-15
N14 G196
N15 G92 X=-E1 Y=-E2
```

Erläuterung:

N1: Nullpunktverschiebung, damit der Startpunkt des Spannzeugs mit dem Programmnullpunkt zusammenfällt.

N2: Anfang der Konturbeschreibung des Spannzeugs. Der Nullpunkt ist der Zeichnung zu entnehmen. Die verwendeten Koordinaten beziehen sich auf den Programmnullpunkt.

N3: Anfang der Beschreibung der Außenkontur des Spannzeugs. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt.

N4/N11: Beschreibung der Außenkontur. Die verwendeten Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).

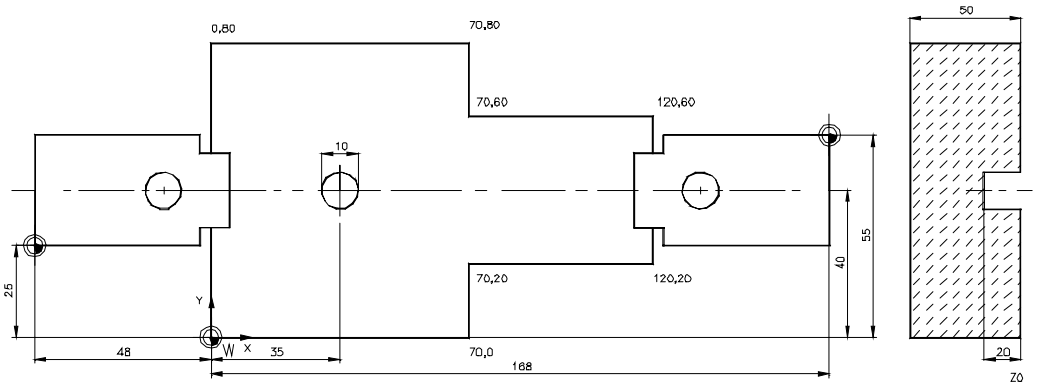
N12: Anfang der Innenkonturbeschreibung. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).

N13: Beschreibung der Innenkontur als eine Bohrung. Die Mittelpunktkoordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt

N14: Ende der Beschreibung der Spannzeugkontur

N15: Programmnullpunkt zurückstellen

Grafikteil der Teileprogramme:



```
N199000
N1 G17
N2 G54
N3 S1200 T1 M6
N4 G195 X-20 Y-20 Z-60 I160 J110 K70
N5 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N6 G198 X0 Y0 D-50
N7 G1 X70
N8 Y20
N9 X120
N10 Y60
N11 X70
N12 Y80
N13 X0
N14 Y0
N15 G197 X30 Y40 D-20
N16 G2 I35 J40
N17 G196
N18 G22 N=1991 E1=-48 E2=25
N19 G22 N=1992 E1=168 E2=55
:
N200 M30
```

Erläuterung:

N1: XY-Ebene als die Hauptebene festlegen
N2: Nullpunkt setzen
N3: Werkzeug einwechseln und Spindeldrehzahl festlegen
N4: Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N5: Anfang der Rohteilkonturbeschreibung. Der Anfangspunkt der Kontur fällt mit dem Programmnullpunkt zusammen.
N6: Anfang der Außenkonturbeschreibung. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt.
N7/N14: Beschreibung der Außenkontur. Die verwendeten Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).
N15: Anfang der Innenkonturbeschreibung. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).
N16: Beschreibung der Innenkontur als eine Bohrung. Die Mittelpunktkoordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt.
N17: Ende der Rohteilkonturbeschreibung
N18: Makro für das linke Spannzeug aufrufen.
N19: Makro für das rechte Spannzeug aufrufen.

5.66 G200---G208 Taschenzyklus

5.66.1 G200 Anfang Taschenzyklus

Zweck

Der universelle Taschenzyklus ermöglicht eine bequemere und schnellere Erstellung von CNC-Programmen zum Fräsen beliebigförmiger Taschen, ob mit oder ohne Inseln.

Format

N... G200

Zugehörige Funktionen

G200...G208

Parameter

Keine

5.66.1.1 Einführung universeller Taschenzyklus

Der universelle Taschenzyklus ermöglicht eine bequemere und schnellere Erstellung von CNC-Programmen zum Fräsen beliebigförmiger Taschen, ob mit oder ohne Inseln.

Die CNC kann einer minimalen Anzahl Startpunkte berechnen, womit die gewünschte Tasche in der kürzte Zeit gemacht werden kann. Werkzeug Bewegungen ist basiert auf der Kontur parallel Methode, wodurch die Taschen optimal bearbeiten werden.

Zum Vorbohren der Startposition(en) des Fräsers im Werkstück kann ein Startpunktemakro erzeugt und verwendet werden. Die CNC berechnet die minimale Anzahl der Startpositionen, die zum Bearbeiten der Tasche erforderlich sind, wodurch die Bearbeitungszeit auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Der Programmierer muss die Programmnummern der erforderlichen Makros angeben, die Bearbeitungsparameter wie Vorschubgeschwindigkeit, Sicherheitsabstand, Fräserradius (In Werkzeugtabelle) und dergleichen, sowie den Startpunkt und die Abmessungen der Taschenkontur.
Die CNC braucht diese Daten, um die Startpunkte und Koordinaten den parallel zu den Konturelementen verlaufenden Werkzeugbahnen zu berechnen. Diese Berechnungen werden vorher durchgeführt und später wird die Tasche gefräst.

Das Makro wird nur einmal berechnet. Der Inhalt dieses Makros wird erneut verwendet, immer wenn das Makro im CNC-Programm aufgerufen wird. Wenn Änderungen stattgefunden haben, zum Beispiel: wenn ein anderer Fräserradius verwendet wird, wird die Berechnung wieder ausgeführt.

Die Werkzeugbewegungen werden nach dem konturparallelen Verfahren ausgeführt. Dieses Verfahren ermöglicht es, Frästaschen äußerst wirtschaftlich zu bearbeiten.

Die Nachbearbeitung der Kontur kann als ein separates Makro im Bearbeitungsprogramm eingebunden sein.

Die folgenden Informationen müssen vor den zu berechnenden universellen Taschenzyklen programmiert werden und gibt an, dass:
- die Koordinaten der Fräserbahnen berechnet werden müssen, (sofern sie noch nicht berechnet sind).
- die Fräserbahnen in einem von der CNC erzeugten Makro programmiert werden; die Nummer (N1=..) dieses Bearbeitungsmakros wird in einem G201-Satz programmiert.
- nötigenfalls (angegeben von N2=.. in einem G201-Satz) ein zweites Makro zum Bohren der Startpunkte erzeugt wird.
- nötigenfalls (angegeben in einem G203- oder G205-Satz) die Makros (N1=..) zur Nachbearbeitung der Konturen erzeugt wird.

Alle Betriebsbedingungen wie Bearbeitungsebene, Nullpunktverschiebungen und Werkzeugkorrekturen sollten aktiviert werden, bevor die G200-Funktion ausgeführt wird.
Punktdefinitionen (G78) die zur Angabe der Taschenkontur verwendet werden, sollten vor dem G200-Satz definiert werden.

Alle universellen Taschenzyklen, die zwischen einem G200-Satz und G202 oder M30 programmiert sind, werden gleichzeitig berechnet.

Ein G200-Satz kann in ein Makro eingebunden werden; die Tasche wird jedoch nur gesucht in Makros die tiefer geschachtelt sind.

Die CNC berechnet die Makros, bevor das CNC-Teileprogramm ausgeführt wird. Daher werden Sätze zwischen G200 und G201 zuerst ignoriert. Nachdem die Makros erzeugt worden sind, werden diese Sätze abgearbeitet.

Die generierte Makros werden für den Bediener nicht mehr sichtbar im Makrospeicher angezeigt. Möchte man eine Makro in einem anderen Programm verwenden, muss zuerst im Makrospeicher die Makronummer eingegeben werden. Erst dann erscheint das Makro sichtbar im Makrospeicher und kann ein-/ausgelesen werden.

Da der Speicherplatz begrenzt ist, dürfen die Taschenkontur und zugehörige Inseln nicht mehr als 50 Seiten in Anspruch nehmen. Zum Speichern von etwa 50 Seiten ist 15 KB zusätzliche Speicherkapazität erforderlich.
Eine Kreisbewegung größer oder gleich 180 wird so verarbeitet als bestehe sie aus zwei Elementen, und zwar deswegen, weil das CNC-System diese Bewegungsart automatisch in zwei gleiche Teile aufteilt.

Die Bearbeitungsebene (G17/G18/G19) muss definiert werden, bevor G200 oder nachdem G202 programmiert wurde.

Wenn die Koordinaten der definierten Punkte verändert werden nachdem die Steuerung die Tasche berechnet hat, so muss die Tasche neu durchgerechnet werden. Die Makros, die während der zweiten Berechnung der Tasche erzeugt werden, werden abgespeichert. Die Makros aus der ersten Berechnung werden gelöscht.

Zum Berechnen der Makros werden Merkmale und Größen wie programmierte Punkte, Vergrößerung/Verkleinerung, Drehungen, Spiegeln und dergleichen derart verwendet, wie sie im betreffenden G200-Satz wirksam sind.

Wenn bei einem Taschenzyklus Fehler erzeugt werden oder wenn aus der Grafikdarstellung hervorgeht, dass Material zurückbleibt, so sollte der Programmierer das betreffende Programm andern, damit diese Fehler nicht mehr auftreten. Folgende Änderungen werden vorgeschlagen: Prozentsatz der Überlappung ändern, Programmablauf ändern, Eintrittspunkt ändern, Programm aufteilen, Pseudo-Insel von 0.001 mm definieren.

Beim Auftreten eines Rechenfehlers während Bearbeitung eines Taschenzyklus (0170, 0176) bitte überprüfen Sie die Taschenkontur. Wenn die Kontur stimmt, bitte überprüfen Sie die Größe des Werkzeugradius bezogen auf Kontur und Inseln, und wählen Sie ein Werkzeug mit einem kleineren Radius, wenn der Radius des programmierten Werkzeug vergleichsweise groß ist.

Wenn in Taschenzyklen des Werkzeugradius vergleichsweise groß ist bezogen auf der Taschenkontur oder den Inseln nachfolgende Probleme können auftreten:

- G201 I... Bestimmte I-Werte können bewirken dass Material bleibt stehen oder programmierte Insel verletzt werden.
- Fehler P163, 0170 oder 0176 können auftreten.
  Die einzigen Art obengenannte Probleme zu umgehen ist ein Werkzeug zu wählen mit kleinerem Radius zur Bearbeitung diesen Taschenzyklen.

5.66.1.2 Programmstruktur

Ein Taschenprogramm wird in der nachfolgenden Programmstruktur aufgezeigt. Alle G-Funktionen sind angezeigt.

```
N99999 G54
N1 G17
N2              \
:       > Normale Bearbeitung
N96     /
N97 G200                Anfang des Taschenzyklus
N98 G81                 Bohrzyklus definieren
N99 G22 N=..            Startpunkte vorbohren
N100 G201 N1=.. N2=..   Anfang der Taschenbeschreibung zum Fräsen der Tasche
N101 G203 N1=..         Anfang der Taschenkonturbeschreibung
N102    \
:       > Taschenkonturbeschreibung
N109    /
oder
N101 G208 N1=..         Taschenkonturbeschreibung als ein regelmäßiges Viereck.
N110 G204               Ende Taschenkonturbeschreibung
N111 G205 N1=..         Anfang Inselkonturbeschreibung
N112    \
:       > Konturbeschreibung Insel 1
N118    /
N119 G206               Ende Inselkonturbeschreibung
N120 G205 N1=..         Anfang Inselkonturbeschreibung
N121    \
:       > Konturbeschreibung Insel 2
N129    /
N130 G206               Ende Inselkonturbeschreibung
N131 G207 N=..          Konturbeschreibung Insel 3 im Makro
N132 G202               Ende Taschenkonturzyklus

N350 G22 N=..           Nachbearbeiten der Kontur
N351 G22 N=..           Nachbearbeiten Insel 1
N352 G22 N=..           Nachbearbeiten Insel 2
N353 G22 N=..                   Nachbearbeiten Insel 3
```

5.66.1.3 Verschieben, Drehen und Spiegeln einer Tasche

Ein Taschenzyklus kann mit einem anderen als dem während der Programmausführung benutzten Nullpunkt geschrieben werden. Die Notwendigkeit hierfür hat entweder arithmetische Gründe oder ergibt sich, wenn die Tasche in einem Makro eingebunden ist.
Der andere Nullpunkt wird durch Programmieren einer Nullpunktverschiebung und/oder einer Achsendrehung vor dem G201-Satz festgelegt.

Die Nullpunktverschiebung und/oder die Achsendrehung werden mit der Standardfunktion G92 bzw. G93 programmiert. Die Achsenumsetzung wird dann am erzeugten Bearbeitungsmakro ausgeführt.
Nach dem Ausräumen der Tasche muss der Teileprogrammierer den Programmnullpunkt wieder an die richtige Stelle legen.
Ferner muss der Teileprogrammierer bei der Verwendung von Makros für die Startpunkte und für die Nachbearbeitung der Taschenkontur darauf achten, dass der richtige Nullpunkt verwendet wird.

Eine Tasche kann in ein und demselben Teileprogramm nochmals gefräst werden, indem eine neue Startposition und Orientierung programmiert werden.

Beispiel:

```
N9001
:
N90 G200
N100 G201 N1=9999
N110 G203
: \
:    > Beschreibung der Taschenkontur
: /
N200 G204

N205 G205
: \
:    > Beschreibung einer Inselkontur
: /
N206 G206
N300 G202
:
N400 G92 X.. Y.. Z.. B4=..
N410 G22 N=9999
:
N500 G73 X-1
N510 G22 N=9999
```

Erläuterung:
Mit Satz N400 wird der Nullpunkt verschoben und die Tasche gedreht (B4=..), so dass der Startpunkt der Tasche neu positioniert ist. Im Satz N410 wird das Bearbeitungsmakro aufgerufen.
Die Tasche wird jetzt an einer neuen Position nochmals gefräst.

In diesem Beispiel (G17 wirksam) ist das Spiegeln um die Y-Achse mit Satz N500 programmiert. Mit Satz N510 wird das Bearbeitungsmakro spiegelbildlich abgearbeitet.
Der Nachteil ist, dass eine Tasche im Gleichlauf und die andere Tasche im Gegenlauf gefräst wird. Sollte dies aus technologischen Gründen nicht brauchbar sein, kann die Spiegelfunktion nicht verwendet werden. Die gespiegelte Tasche muss dann wieder eigens programmiert werden.

5.66.1.4 Gleiche Tasche in einem anderen Programm

Wenn die gleiche Tasche (ob mit oder ohne Inseln) in mehreren Programmen vorkommt, so kann die vollständige Tasche als ein Makro geschrieben werden. Das Makro wird dann an jener Stelle im Teileprogramm aufgerufen, an der die Tasche gefräst werden soll.

Die Funktionen G201, G202, G203/204, und G205/G206 müssen im Makro enthalten sein.

Die Programmierung vom Makro lautet:

```
N9001 G201 Y.. Z.. B.. N1= N2=
N1 G203
:  \
:     >  Taschenkontur
:  /
N8 G204
N9 G205
:  \
:     >  Kontur Insel 1
:  /
N13 G206
N14 G205
:  \
:     >  Kontur Insel 2
:  /
N18 G206
N19 G202
```

Stellt ein Makro für eine Tasche mit Inseln dar.

Das Teileprogramm mit diesem Makro könnte so aussehen:

```
N9999
N1 G200
:
N50 G22 N=9001
```

Mit einer Nullpunktverschiebung vor dem Makroaufruf wird die Tasche in die richtige Lage positioniert.

Hinweis: Durch Einbinden eines G201-Satzes in einem Makro wird die Schachtelungstiefe des Bearbeitungsmakros um eins erhöht. Makros können nicht mehr als 8-fach geschachtelt werden.

5.66.1.5 Betrieb

MAKROS FÜR TASCHEN, STARTPUNKTE UND NACHBEARBEITUNG

ERZEUGEN

Wird im Programm eine G200-Satz erkannt, so sucht die Steuerung nach den Taschenfunktionen (G201-Satz, zugehörige Konturbeschreibung und G202-Satz). Wenn ein G201-Satz gefunden wird (im Teileprogramm oder eventuell über einen Makroaufruf) und wenn kein Makro mit der programmierten Makronummer (N1=.. im G201-Satz) existiert, so erzeugt die Steuerung ein Taschenmakro. Die Daten, welche das Taschenmakro bestimmen, d.h. die Parameter Y, Z, B, I, K im G201-Satz, sowie die Konturbeschreibung, werden mit dem Taschenmakro abgespeichert.

Wenn bereits eine Makro mit der programmierten Makronummer existiert, so werden die zugehörigen Daten mit den programmierten Daten verglichen. Stimmen sie nicht überein, wird ein neues Taschenmakro erzeugt.

Ein neues Startpunktemakro wird erzeugt wenn:
Eine Startpunkte-Makronummer programmiert ist (N2=.. im G201-Satz)
und ein neues Taschenmakro erzeugt ist oder kein Makro mit der programmierten Nummer existiert.

Ein Nachbearbeitungsmakro wird erzeugt wenn:
Eine Nachbearbeitungsmakronummer programmiert ist (N1=.. im betreffenden G203- oder G205-Satz)
und ein neues Taschenmakro erzeugt ist oder kein Makro mit der programmierten Nachbearbeitungsmakronummer existiert.

ENTFERNEN

Nachdem die Makros erzeugt sind, werden sie "gesperrt". Um Makros entfernen zu können müssen sie erst wieder freigegeben werden.
Entfernen kann notwendig sein, z.B. wenn eine G201-Satz aus einem Programm herausgenommen oder eine Adresse N1= oder N2= in einem G201-Satz abgeändert wird.

Die Makros werden automatisch entfernt, wenn ein Programm gestartet wird in dem die Taschendefinition abgeändert ist.

LEBENSZEICHEN

Die Software des universellen Taschenzyklus wurde so konzipiert, da beim Erkennen eines Fehlers alle Rechenoperationen gestoppt werden. Während die CNC mit Rechenoperationen beschäftigt ist wird am Bildschirm ein rotierender Indikator mit dem Wort "CLOCK" eingeblendet.

TEACH-IN

Die Verwendung einer G-Funktion zum Taschenfräsen (G200 bis G208) in den Betriebsarten TEACH-IN MDI und TEACH-IN/PLAYBACK ist nicht erlaubt.

EDITIEREN

Beim Editieren kann die statische und dynamische Programmierunterstützung herangezogen werden.
Mit Softkey "Unterstützung" werden die modalen G-Funktionen gesetzt.
Es ist möglich ein (neues) Programm zu editieren während ein Programm mit einem Taschenabschnitt ausgeführt wird.

SATZ AUSBLENDEN

Wenn ein G201-Satz das Zeichen "/" enthält und die Funktion "Satz ausblenden" aktiviert ist, so ergibt sich folgender Ablauf:

- G200 wird normal ausgeführt, d.h. es wird im Bedarfsfall Makros erzeugt
- der G201-Satz, die Konturbeschreibung und der G202-Satz werden während der Programmausführung übersprungen, d.h. die Programmausführung wird nach dem G202-Satz fortgesetzt.

SATZSUCHLAUF

Bei der Suche nach einem G200-Satz werden Taschenmakros erzeugt, sofern sie nicht existieren.

Während der Programmausführung, (nachdem der G200-Satz abarbeitet ist) wird G201 als ein Makroaufruf (G22) zum Taschenmakro benutzt. Nachdem die Tasche ausgeräumt ist erfolgt allerdings ein Sprung zum Satz der abschließenden G202-Satz unmittelbar folgt.

Die Suche nach einem Satz in einem Taschenmakro erfolgt in der gleichen Weise wie die Suche nach einem Satz in einem mit G22 aufgerufenen Makro.

Hinweis: Weil G201 bei der Programmausführung als ein Makroaufruf benützt wird, sollte beim Programmieren von G201 die Schachtelungstiefe (maximal 8-fach) berücksichtigt werden.

UNTERBRECHEN

Die Ausführung eines G200-Satzes kann unterbrochen werden. Nach einer Unterbrechung müssen die Makros allerdings neu berechnet werden, was bei einer komplexen Kontur viel Zeit in Anspruch nehmen kann.

Die Ausführung kann mit "Start" fortgesetzt werden.

Wechseln in Editierbetrieb nach einer Unterbrechung ist nur möglich nach "Programm abbrechen".

Die Unterbrechung eines Taschenmakros wird genau so verarbeitet wie die Unterbrechung eines mit G22 aufgerufenen Makros.

UNVOLLSTÄNDIGE PROGRAMMIERUNG

Normalerweise werden für einen Taschenzyklus folgende G-Funktionen programmiert: G200, G201, G202, G203/G204, G206/G206, G207 und, nötigenfalls, G208.

- G201 und G202, G203/G204 und G205/G206 müssen als eine Kombination im gleichen Programm oder Makro geschrieben werden, andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

- Die Kombination G203/G204 oder G205/G206 (evtl. über einen Makroaufruf mit G22) ohne die zugehörige Kombination G201/G202 führt zu einer Fehlermeldung.

- G207 muss immer nach der Kombination G205/G206 programmiert werden, wobei G205/G206 und G207 zum gleichen G201-Satz gehören müssen, andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

- Wird die Kombination G201/G202 ohne Konturbeschreibungen programmiert, erfolgt eine Fehlermeldung.

- Wird G200 ohne G201/G202 + Konturbeschreibungen programmiert, wird das Programm normal abgearbeitet (ohne Taschenzyklus).

- Wird G201/G202 + Konturbeschreibungen ohne G200 programmiert, werden keine Makros erzeugt und es wird G201 als G22 verwendet.

BETRIEBSARTENWECHSEL

Ein Betriebsartenwechsel ist nur möglich, nachdem ein G200-Satz vollständig abgearbeitet ist.

5.66.1.6 Fehlermeldungen

Nummer Meldung

#5 Speicherpool erschöpft
O170* Taschenzyklus-Rechenfehler (Betriebsfehler)
Lösung: Anzahl der Parameter reduzieren (MC 83)

O176* Modul xxx, Nummer xxx

Hinweis: Die Fehlercodes O170 und O176 werden gleichzeitig angezeigt. Dieses Problem kann auf drei Wege gelöst werden:
- den Werkzeugradius ändern
- den Wert des I-Wortes für die Überlappung ändern
- das Schlichtaufmaß ändern

P07 Programmierte Daten außerhalb des Bereiches
Die Kreisbewegung (G2/G3) wurde mit einem Radius programmiert, dessen Wert größer ist als 2-mal der Abstand zwischen Start- und Endpunkt. Dies kann bei einer Kreisbewegung von 180° auftreten.

Die Fehlermeldung kann durch Ändern des Start- oder Endpunktes gelöscht werden.

P35 Endpunkt nicht auf Kreis.
Die Kreisbewegung (G2/G3) wurde mit einem Mittelpunkt bzw. mit Geometrie programmiert. Der Wert des programmierten Mittelpunktes ist größer als der Wert des kreisförmigen Endpunktfensters (errechneter Mittelpunkt zwischen Start- und Endpunkt), wie er über MC 712 eingegeben wurde.

Die Fehlermeldung kann durch Ändern des Mittelpunktes bzw. des Start-/Endpunktes gelöscht werden.

P75 Kreis ohne Mittelpunkt
Die programmierte Kreisbewegung hat den gleichen Startpunkt und Endpunkt.

Die Fehlermeldung kann gelöscht werden, indem der Programmsatz gelöscht wird oder indem eine Kreisbewegung programmiert wird, dessen Start- und Endpunkt unterschiedlich sind.

P140 Ungültige Schachtelung G207
P141 Zu viele Seiten programmiert
P142 Zu viele Konturen programmiert
P143 Ungültige G-Adresse im Taschenzyklus
P144 Ungültige Konturbeschreibung
Diese Fehlermeldung kann folgende Ursachen haben:
- die G208-Funktion wurde weggelassen
- die im Satz G208 angegebenen Rundungen (Radien) sind zu groß
- der Satz mit der G208-Funktion enthält X=0 oder Y=0
- der Satz mit der G208-Funktion enthält B1 > 180°
- der Satz mit der G208-Funktion enthält ein I-Wort oder R-Wort

P145 Ungültiger Startpunkt zum Anfahren.
Der Schnittweg für die Nachbearbeitung kann mit der aktuellen Taschenbeschreibung nicht erzeugt werden. Es muss ein anderer Startpunkt gewählt werden.

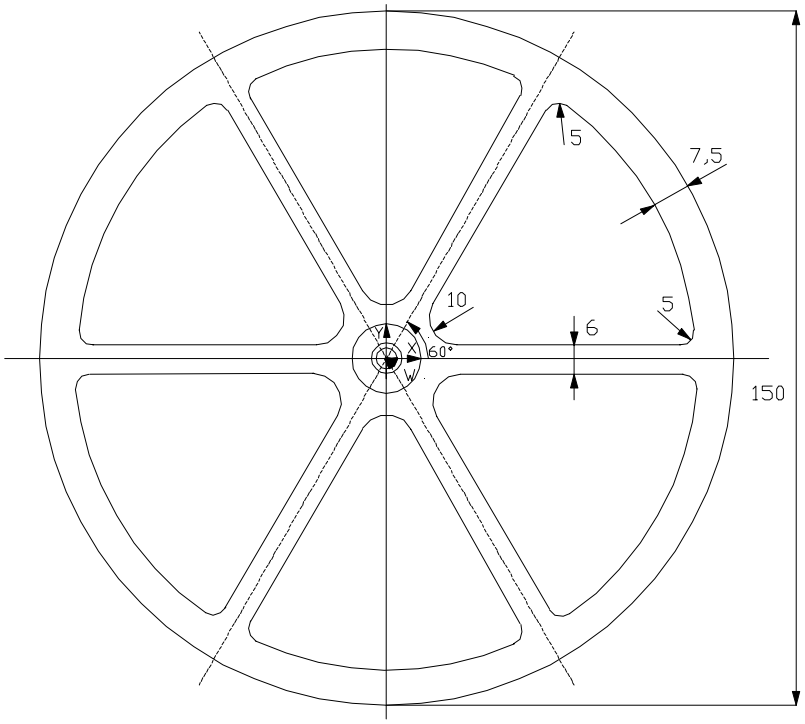
P146 G202 wurde nicht definiert
P147 Speicherverwaltungsfehler
P148 Gleitkommafehler
P150 Werkzeug nicht gefunden
P160 Fehler beim Erzeugen des Taschenmakros
P161 Fehler beim Erzeugen des Nachbearbeitungsmakros
P162 Fehler beim Erzeugen der Makrostartpunkte

Hinweis: Die Fehler P160, P161 und P162 werden ausgelöst, wenn:
- der CNC-Speicher voll ist,
- zu viele Startpunkte berechnet werden müssen

P170 Kontur xx nicht geschlossen
P171 Kontur xx hat mehrere Innenbereiche
P172 Kontur xx schneidet Kontur xx
P173 Kontur xx umschließt Kontur xx
P174 Kontur xx liegt außerhalb der Tasche

Beispiele

Gedrehte Tasche




```
N3620511 (RAD ALS TASCHE)
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-90 Y-90 Z0 I180 J180 K-10
N4 G99 X-85 Y-85 Z0 I170 J170 K-10
N5 G200
N6 T31 M6 (BOHRERRADIUS 4 mm)
N7 G81 Y1 Z-5 F100 S100 M3
N8 G22 N=3620501
N9 G92 B4=60
N10 G14 J5 N1=8 N2=9
N11 G93 B4=0
N12 T04 M6 (SCHRUPPFRÄSERRADIUS 3 mm)
N13 S1500 M3
N14 G201 Y0.1 Z-5 B1 I50 F1000 N1=3620500 N2=3620501 F2=500
N15 G203 X37.5 Y3 Z0 N1=3620502
N16 G64
N17 G1 X1=0 Y1=3 B1=0 J1=2
N18 G3 R5
N19 I0 J0 R67.5 J1=1
N20 R5
N21 G1 X1=0 Y1=0 B1=-120 I1=-3
N22 G3 R10
N23 G1 X37.5 Y3 B1=0
N24 G63
N25 G204
N26 G202
N27 G92 B4=60
N28 G14 J5 N1=14 N2=27
```

```
N29 G93 B4=0
N30 T3 M6 (SCHLICHTFRÄSERRADIUS 2,5 mm)
N31 S1800 M3
N32 G22 N=3620502
N33 G92 B4=60
N34 G14 J5 N1=32 N2=33
N35 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

Die CNC verarbeitet erst die Sätze N3 und N4, die eine grafische Simulation des Teileprogrammablaufs definieren.

Danach werden die Makros berechnet (die Sätze N5 und N14...N26 werden ausgeführt. Nachfolgende Makros werden erzeugt:
- Makro Nr. 3620500 für den Bearbeitungszyklus
- Makro Nr. 3620501 für die Startpunkte
- Makro Nr. 3620502 für den Nachbearbeitungszyklus.

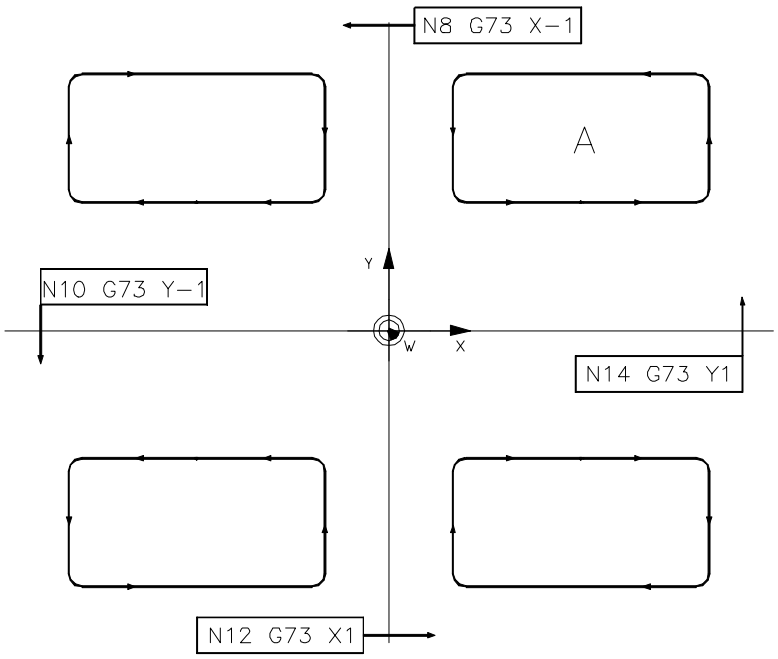
Werkzeug 31 wird eingewechselt und mit der Funktion G81 wird ein Bohrzyklus definiert. Die Steuerung wird mit Hilfe der E-Parameter Nr. 1 und der G22-Funktion auf das Makro 3620501 übertragen. Die ersten Startpunkte werden gebohrt. Mit Satz N9 werden die Makrokoordinaten um 60° im Gegenuhrzeigersinn gedreht.

Werkzeug 4 wird eingewechselt. Mit Satz N14 wird der Bearbeitungszyklus (Makro 3620500) ausgeführt. Nachdem der Bearbeitungszyklus beendet ist, werden die Koordinaten von Makro 3620500 um 60° im Gegenuhrzeigersinn gedreht. Mit Satz N28 wird der Zyklus fünfmal wiederholt und gedreht (Hinweis: wenn in diesem Satz N2=27 weggelassen wird, bleibt die Wiederholanweisung wirksam).

Werkzeug 3 wird eingewechselt. Mit Satz N32 wird dem E-Parameter Nr. 1 der Wert 3620502 zugeordnet. Der Ablauf für die Nachbearbeitung der Kontur erfolgt in der gleichen Weise wie vorher beschrieben.

Mit Satz N35 wird das Werkzeug auf Z100 zurückgezogen und der Programmablauf beendet.

Gespiegelte Tasche



A: Programmierte Tasche

```
N3620513 (SPIEGELN EINER TASCHE)
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-150 Y-110 Z0 I300 J220 K-10
N4 G99 X-145 Y-105 Z0 I290 J210 K-10
N5 G200
N6 T31 M67 (BOHRERRADIUS 4 mm)
N7 G81 Y1 Z-5 F500 S1000 M3
N8 E1=3620501
N9 G22 N=E1
N10 G73 X-1
N11 G14 N1=9
N12 G73 Y-1
N13 G14 N1=9
N14 G73 X1
N15 G14 N1=9
N16 G73 Y1
N17 T4 M6 (SCHRUPPFRÄSERRADIUS 3 mm)
N18 S1800 M3
N19 G201 Y0.1 Z-5 B1 I60 N1=3620500 N2=3620501 F1000 F2=500
N30 G203 X75 Y50 Z0 N1=3620502
N21 G1 X120
N22 G3 X125 Y55 R5
N23 G1 Y95
N24 G3 X120 Y100 R5
N25 G1 X30
N26 G3 X25 Y95 R5
N27 G1 Y55
```

```
N28 G3 X30 Y50 R5
N29 G1 X75 Y50
N30 G204
N31 G202
N32 E1=3620500
N33 G14 N1=10 N2=16
N34 T3 M6 (SCHLICHTFRÄSERRADIUS 2,5 mm)
N35 S2000 M3
N36 E1=3620502
N37 G14 N1=9 N2=16
N38 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

Die CNC verarbeitet erst die Sätze N3 und N4, die eine grafische Simulation des Teileprogrammablaufs definieren.

Danach werden die Makros berechnet (die Sätze N5 und N19...N31 werden ausgeführt. Nachfolgende Makros werden erzeugt:

- Makro Nr. 3620500 für den Bearbeitungszyklus
- Makro Nr. 3620501 für die Startpunkte
- Makro Nr. 3620502 für den Nachbearbeitungszyklus.

Werkzeug 31 wird eingewechselt und mit der Funktion G81 wird ein Bohrzyklus definiert. Die Steuerung wird mit Hilfe der E-Parameter Nr. 1 und der G22-Funktion auf das Makro 3620501 übertragen. Die ersten Startpunkte werden gebohrt.

Mit den Sätzen N10 bis N16 werden die Koordinaten der Startpunktemakros um die X- und Y-Achse gespiegelt und es wird das Makro nach jeder Spiegelung abgearbeitet. Mit G22 wird die Steuerung auf das Makro übertragen und mit G14 wird der Satz N9 einmal wiederholt.

Werkzeug 4 wird eingewechselt nachdem die Tasche viermal bearbeitet ist. Mit Satz N32 wird dem E-Parameter Nr. 1 der Wert 3620500 zugeordnet. Mit Satz N33 werden die Sätze N10 bis N16 wiederholt. Es wird das Bearbeitungsmakro einmal ausgeführt, anschließend gespiegelt und wiederholt, in der gleichen Weise wie für das Startpunktemakro.

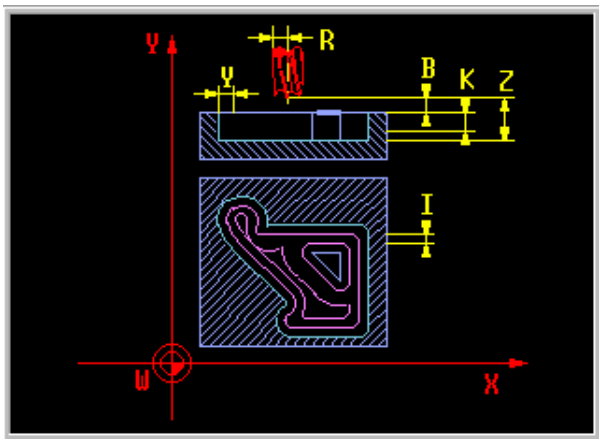
Werkzeug 3 wird eingewechselt. Mit Satz N36 wird dem E-Parameter Nr. 1 der Wert 3620502 zugeordnet. Der Ablauf für die Nachbearbeitung der Kontur erfolgt in der gleichen Weise wie vorher beschrieben.

Mit Satz N38 wird das Werkzeug auf Z100 zurückgezogen und der Programmablauf beendet.

5.66.2 G201 Anfang Taschenkonturzyklus

Zweck

Eintragen technologischer Daten zum Berechnen der Taschenzyklen. Die Fräsbearbeitung der Tasche beginnt an diesem Satz.



Format

N... G201 N1=.. Z.. {N2=..} {Y..} {B..} {R..} {I..} {J..} {K..} {F..} {F2..}

Parameter

G	Konturtaschenfräszyklusanfang
Y	Bearbeitungsaufmaß
Z	Gesamte Taschentiefe
B	Sicherheitsabstand
I	Schnittbreite des Fräsers in %
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
R	WZ-Radius für Berechnung
N1=	Makronummer für Ausfräsen
N2=	Startpunkt Makronummer

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

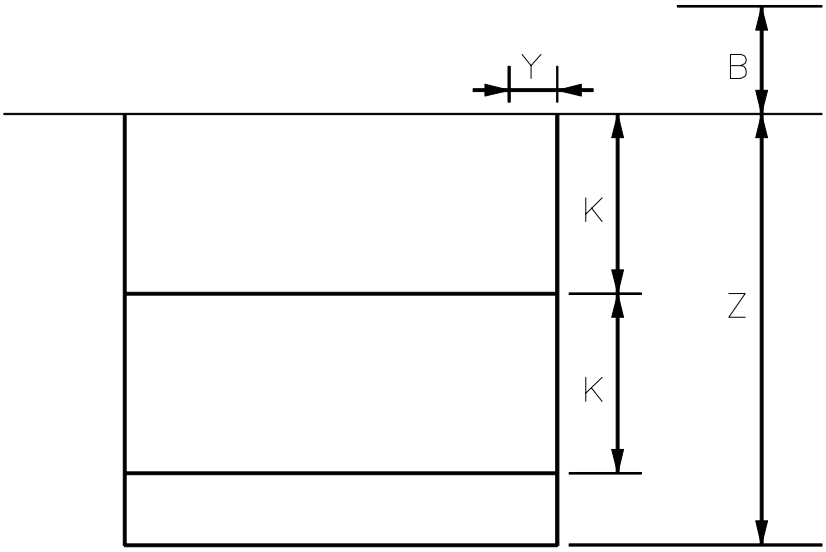
N1= : Die Nummer der Bearbeitungsmakros zum Fräsen der Tasche. Diese Nummer muss programmiert werden.

N2= : Die Nummer des Startpunktemakros.

Y: Bearbeitungsaufmass die für die Nachbearbeitung auf der Kontur zurückbleiben soll. Das Y-Wort ist vorzeichenlose. Wenn Y nicht programmiert ist, wird als Standardwert Y=0 verwendet.

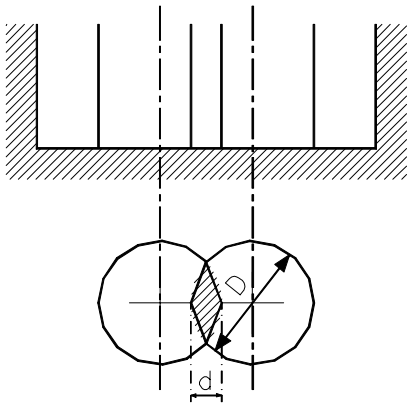
Z : Die Gesamttiefe der Tasche.
Die Tiefe wird gemessen von der Koordinate der Werkzeugachse im G203-Satz (entspricht der Lage der Taschenoberfläche).
Ein Z-Wort mit negativem Wert stellt die Tiefe in der negativen Richtung der Werkzeugachse dar, eine Z-Wort mit positivem Wert die Tiefe in der positiven Richtung.
Im Satz mit der G201-Funktion muss immer ein Z-Wort enthalten sein.

B : Sicherheitsabstand oberhalb der Tasche.
Der Abstand wird gemessen von den Koordinaten der Werkzeugachse im G203-Satz.
Ein B-Wort mit positivem Wert stellt der Sicherheitsabstand in der positiven Richtung der Werkzeugachse dar, ein B-Wort mit negativem Wert der Sicherheitsabstand in der negativen Richtung. Das B-Wort und das Z-Wort müssen immer entgegengesetzte Vorzeichen haben.
Wenn B nicht programmiert ist, wird als Standardwert B=0 verwendet.
Mit dem B-Wort wird die Position in der Werkzeugachse definiert, an der die Vorschubbewegung zum Eintritt in die Tasche an jedem Startpunkt beginnt. Am Ende des Arbeitsgangs wird das Werkzeug auf die im B-Wort angegebene Position oberhalb der Taschenoberfläche zurückgezogen.



R: Der für die Berechnung der Fräserbahnen verwendeten Fräserradius. Wenn R nicht programmiert ist, wird für die Berechnung der Werkzeugbahnen nun der Werkzeugradius des aktiven Werkzeuges verwendet. Ist kein Werkzeug aktiv, wird eine Fehlermeldung am Bildschirm ausgegeben.

I: Die Schnittbreite des Fräsers in %. Mit dem I-Wort wird der Teil (in %) des Fräserdurchmessers definiert, der beim Fräsen des Materials im Eingriff ist. Es könne ganzzahlige Werte von 1 bis 100 entsprechend 1% bis 100% programmiert werden.
Wenn I nicht programmiert ist, wird der unter MC 720 gespeicherte Wert verwendet.



D= Schaftfräserdurchmesser
d= Überlappungsbreite
I = 100 (1- (d/D)

J : Die Bewegungsrichtung für die Grobbearbeitung (Schruppbearbeitung).
J1 (Standardwert): es wird im Gegenuhrzeigersinn grobbearbeitet.
J-1 : es wird im Uhrzeigersinn grobbearbeitet.

K: Die Schnitttiefe pro Bahn. Das K-Wort ist vorzeichenlos. Die letzte Zustelltiefe für den letzten Fräsdurchgang kann kleiner sein als der K-Wert. Wenn der K-Wert größer ist als der Z-Wert oder wenn K nicht angegeben ist, so wird der Z-Wert verwendet, d.h. der Wert K = Z

F : Der Vorschub beim Fräsen.
Ist F nicht programmiert worden, wird der zuletzt programmierte Vorschub verwendet.

F2= : Der Vorschub bei der Bewegung zur nächsten Bearbeitungsebene. Wenn die Löcher vorgebohrt sind, kann ein größerer Wert verwendet werden. Ist F2= nicht programmiert worden, wird der zuletzt programmierte Vorschub verwendet.

Beim Ausführen den G201-Funktion werden den Funktionen G90, G40 und G63 automatisch aktiviert. G90 muss aktiv sein, da in den erzeugten Makros Absolutmaße verwendet werden und die erste Position der Taschenkonturdefinition (G203-Satz) Absolutmaße darstellen muss.

5.66.2.1 Makros für universellen Taschenzyklus

STARTPUNKTEMAKRO

Die Steuerung kann ein Startpunktemakro erzeugen. Es enthält die Punkte, an denen der Fräser in das Material eindringt, zum Ausräumen der Tasche (diese Punkte werden von der Steuerung errechnet). Der Teileprogrammierer kann veranlassen, dass an diesen Positionen ein Loch gebohrt wird, so da der Fräser nicht in Richtung der Werkzeugachse fräsen muss.

Das von der CNC erzeugte Makro hat folgende Form:

N (ist N2-Wort im G201-Satz)
N1 G90 Absolutmaßprogrammierung
N2 G79 X.. Y.. Z.. Aktivieren: vorher definierter Bohrzyklus
N3 G79 X.. Y.. Z..
N4 G79 X.. Y.. Z.. Abhängig von Anzahl der Eintrittsbohrungen

Die Position in der Bearbeitungsebene XY (G17), XZ (G18) bzw. YZ (G19) wird mit den Koordinaten des Achsensystems angegeben, in dem die Tasche beschrieben wurde. Die Werkzeugachse Z (G17), Y (G18) bzw. X (G19) wird im G203-Satz der Taschenkontur angegeben.

Nach der Ausführung des Startpunktemakros wird G90 wirksam.
Das Startpunktemakro wird gleichzeitig mit dem Bearbeitungsmakro erzeugt.

Das Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N9900
N1 G200
:
N90 T1 M6 (Bohrer)
N100 G81 X.. Y.. Z.. B.. F.. S.. M3
N110 G22 N=9902
:
N200 G201 Z.. N1=9901 N2=9902
: \
: > Beschreibung der Tasche (einschließlich Inseln)
: /
N300 G202
```

Der Zyklus zum Vorbohren der Startpunkte ist im Satz N100 definiert. Das Startpunktemakro wird im Satz N110 aufgerufen. Der Zyklus im Satz N100 wird an den Startpunkten ausgeführt.

BEARBEITUNGSMAKRO

Das Bearbeitungsmakro wird von der Steuerung erzeugt und beinhaltet alle Bewegungen die zum Ausräumen einer Tasche erforderlich sind. Das Makro wird aufgerufen, wenn die G201-Funktion ausgeführt wird. Nach Beendigung der Makroausführung mit der G202-Funktion werden G40 und G90 automatisch aktiviert.

Das nachfolgende Beispielprogramm enthält ein Makro mit Taschenzyklus.

```
N (ist N1-Wort im G201-Satz)
N1 G40                      Keine Radiuskorrektur
N2 G90                      Absolutmaßprogrammierung
N3 G0 X.. Y.. Z..           Werkzeug fährt auf Startpunkt
N4 G91                      Inkrementalmaßprogrammierung
N5 G1 Z.. F..               Werkzeug wird auf Tiefe gefahren
N6 G90                      Absolutmaßprogrammierung
N7 F..                      Vorschub
: \
:    > Tasche wird gefräst
: /
N99
N100 G91
N101 G0 Z..                 Werkzeug wird zurückgezogen
N102 G90                    Absolutmaßprogrammierung
N103 G0 X.. Y..             Werkzeug fährt auf Startpunkt zurück
N104 G14 N1=4 N2=103 J..    Taschenfräsen wird wiederholt
N105 G91                    Inkrementalmaßprogrammierung
N106 G1 Z.. F..
N107 G14 N1=6 N2=99         Letzter Schnitt
N108 G0 Z..                 Werkzeug wird aus Werkstück zurückgezogen
```

5.66.2.2 Makro zur Nachbearbeitung einer Taschenkontur

Das Makro zur Nachbearbeitung der Taschenkontur wird von der Steuerung erzeugt. Das Makro beinhaltet alle Bewegungen, einschließlich eines zur Nachbearbeitung der Taschenkontur erforderlichen kreisförmigen oder linearen Ein- und Austritts.

EINTRITTSPUNKT

Der Eintrittspunkt S wird von der Steuerung bestimmt. Dieser Punkt liegt immer in der Nähe des Anfangspunktes der Tasche und im gleichen Abstand (d) zur ersten und letzten Seite.

Die CNC berechnet unterschiedliche Eintrittspunkte, je nachdem welches Konturelement zuerst vom Werkzeug angefahren werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück muss der Programmierer die richtigen Werkzeugmaße bestimmen, sowie die Reihenfolge in der die Konturelemente angegeben sind.

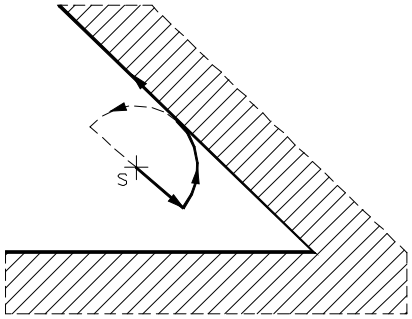
Die CNC errechnet den Eintrittspunkt S folgendermaßen:

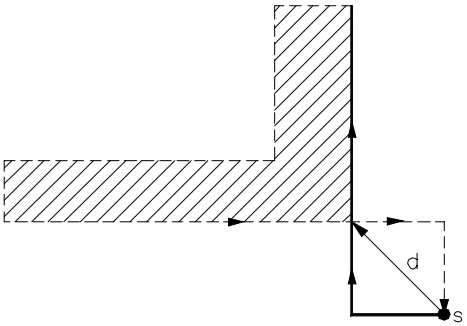
Abstand d = Faktor * Radius:100

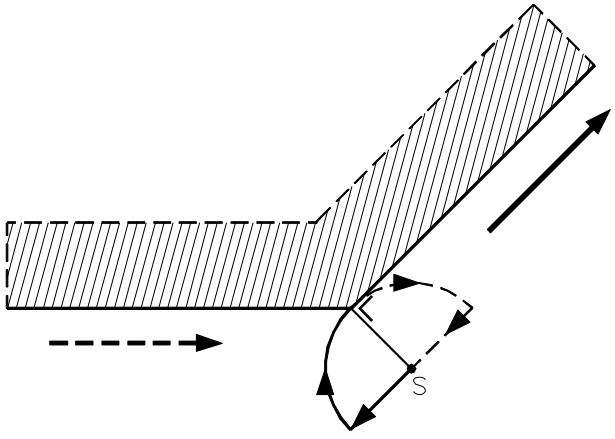
Faktor = der unter MC 719 gespeicherte Zahlenwert (zwischen 101...200)

Radius = Radiusangabe im G201-Satz oder, wenn der Radius nicht programmiert ist, der während des G201-Satzes aktive Radius

Innerhalb des Kreises mit "S" als Mittelpunkt und "Abstand" als Radius ist kein Konturelement einer Insel oder Tasche zulässig.
Wenn der Punkt S nicht errechnet werden kann, gibt die CNC eine Fehlermeldung aus.





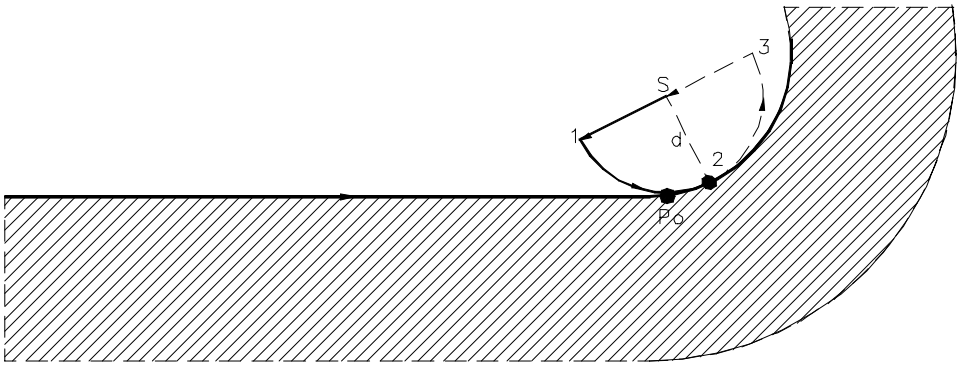


Die Eintrittsbewegung ist linear, wenn die erste und die letzte Bewegung auch linear sind und der dazwischenliegende Winkel => 270° ist (der Winkel wird in der Tasche gemessen).
Für alle anderen Fälle gilt eine kreisförmige Eintrittsbewegung.

Wenn für die Nachbearbeitung ein anderes Werkzeug eingesetzt wird, so muss der Programmierer darauf achten, dass das Werkzeug nicht mit der Kontur kollidieren kann.

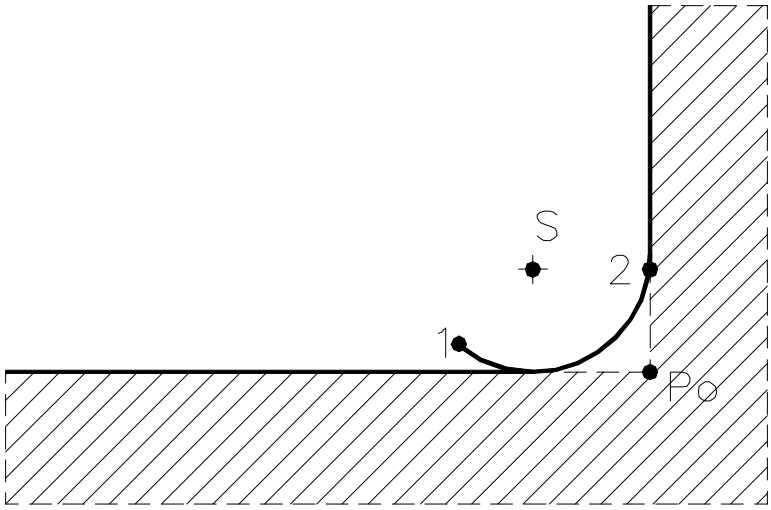
ALLGEMEINES FORMAT DES MAKROS FÜR EINEN KREISFÖRMIGEN EINTRITT

Der Eintritt in die Kontur erfolgt über einen Viertelkreis mit Mittelpunkt S und einem Radius, der dem Abstand zwischen S und der Kontur entspricht.



d = Faktor * Radius :100

Ein Problem ergibt sich, wenn der Startpunkt des Eintrittskreises auf der Bahn der letzten Kontur liegt. Das Werkzeug wurde dann die Konturfläche leicht berühren. Um dies zu vermeiden wird der Startpunkt 1 automatisch von der CNC verschoben.



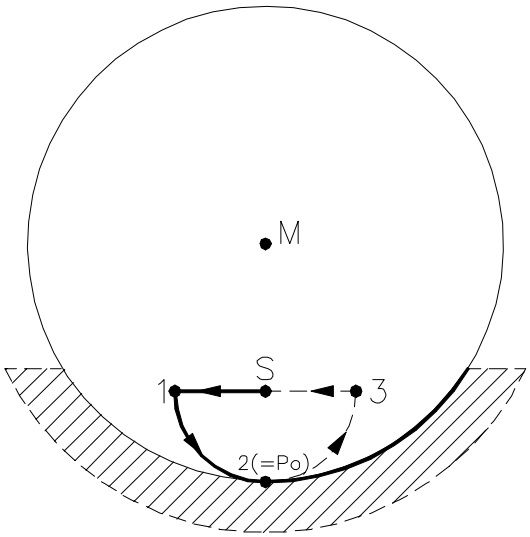
In diesem Beispiel beginnt der Eintrittskreis 120° vor Punkt 2.

Normalerweise kann eine Taschenseite in einem Schritt bearbeitet werden. Wenn dies nicht möglich ist, kann der Programmierer mit Hilfe von Nullpunktverschiebungen die Seite in mehreren Schritten Fertigbearbeiten.

Nach der Ausführung des Makros werden G0, G40 und G90 aktiviert.

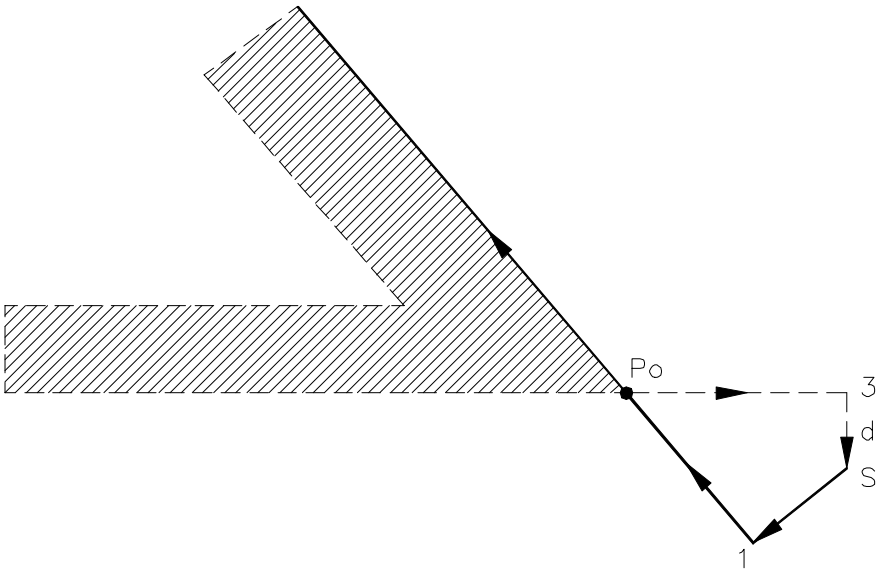
KREISFÖRMIGE TASCHENKONTUR

Für eine kreisförmige Taschenkontur gilt eine andere Berechnung des Eintrittspunktes S.



In diesem Fall liegt Punkt S auf der Geraden M Po, im errechneten Abstand von Po. Der Eintritt in die Taschenkontur erfolgt in Punkt Po (= Punkt 2). Die Drehrichtung beim Ein- und Austritt entspricht der programmierten Drehrichtung für die Kontur.

LINEARE EINTRITTSBEWEGUNGEN



d = Faktor * Radius :100

Nach der Ausführung des Makros werden G0, G40 und G90 aktiviert.

5.66.2.3 Ablauf der Makros an der Maschine

1. Startpunktemakro

   Dieses Makro läuft normal und ohne Einschränkungen ab.

2. Bearbeitungsmakro

   Auch dieses Makro läuft normal ab. Es kann aber vorkommen, dass Material zurückbleibt.

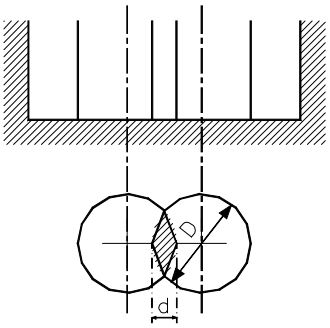
   Zwei Ursachen sind dafür verantwortlich:

   (i) Während der konturparallelen Bearbeitung können beim Wechsel der Werkzeugbewegungsrichtung zwischen zwei parallelen Bahnen kleine Flächen unbearbeitet zurückbleiben. Gleiches kann bei Konturrundungen auftreten.

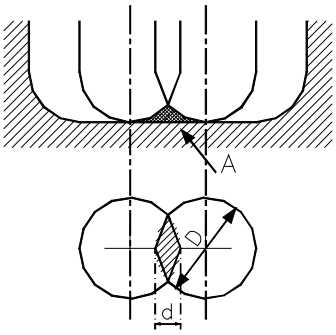
   Die Lösung zu diesem Problem ist folgende:
   a. Für parallele Bewegungen: eine größere Überlappung zwischen den parallelen Bewegungen verwenden.
   b. Für Konturverengungen: ein Werkzeug mit kleinerem Durchmesser verwenden.

   (ii) Durch die Form des Fräsers kann Material auf dem Boden zurückbleiben. Normalerweise sorgt der Parameter für die Schnittbreite (I-Wort im G201-Satz) dafür, dass zwischen den Bahnen kein Material zurückbleibt. Je größer der Wert der I-Adresse, desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass Material auf dem Boden zurückbleibt.

Bei einem Wert von 50% bleibt bei Anwendung eines Schaftfräsers kein Material auf dem Taschenboden zurück. Fräser mit runden Kanten erfordern jedoch andere I-Werte, da die Radien der Kanten verschieden sind.



Schaftfräser



Fräser mit runder Stirn

D= Fräserdurchmesser
d= Überlappungsbreite
A= Zurückgebliebenes Material

3. Makros für die Nachbearbeitung

   Für die Radiuskorrektur wird der Radius des aktiven Werkzeugs verwendet. Es ist darauf zu achten, dass sich der Fräser frei bewegen kann, ohne dass die Taschenkontur verletzt wird. Die Makros laufen normal ab.

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G201 und die Abschlussfunktion G202 müssen beide im gleichen Programm oder Makro stehen.

Zwischen G201 und G202 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G203, G204, G205, G206, G207 und G208

Zwischen G201 und G202, dürfen nachfolgende Funktionen nicht verwendet werden:

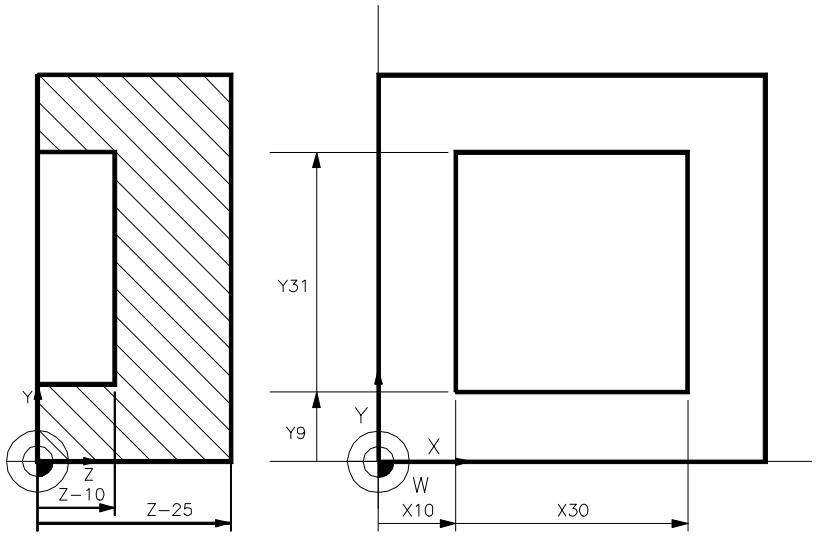
- Nullpunktverschiebungen, insbesondere G92/G93 und gespeicherte Nullpunkt-Verschiebungen (G51...G59, G54 I[Nr.])
- Achsendrehung (G92, G93)
- Spiegeln oder Vergrößern/Verkleinern (G72, G73)
- Definition und Aktivierung von Festzyklen
- Messzyklen
- Ebenenauswahl (G17, G18, G19)
- Punktedefinition (G78)
- Spiraleninterpolation
- Werkzeugwechsel (M6, M66, M67)
- Makro- (G22) oder Programmaufruf (G23)
- Satz- und Programmteilwiederholung (G14)
- Bedingter Sprungbefehl (G29)

Die Verwendung von E-Parametern ist weder in den Konturbeschreibungen noch im G201-Satz erlaubt.

Beispiele

Hinweis: Für die folgenden Beispiele wird angenommen, dass G17 aktiv ist.

Beispiel 1 Rechteck

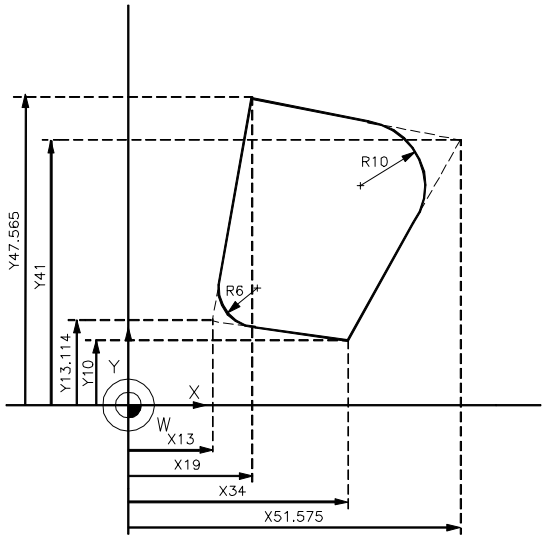


N.. G201 N1=.. Z-10
N.. G203 X10 Y9 Z0 N1=9800

absolut	inkrementell
N.. X40	N.. G91
	N.. X30
N.. Y40	N.. Y31
N.. X10	N.. X-30
N.. Y9	N.. Y-31

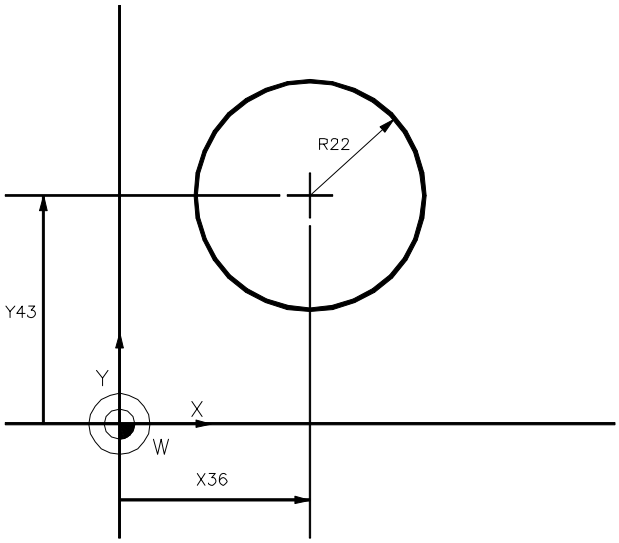
N.. G204
N.. G202

Beispiel 2 Viereck mit Rundungen



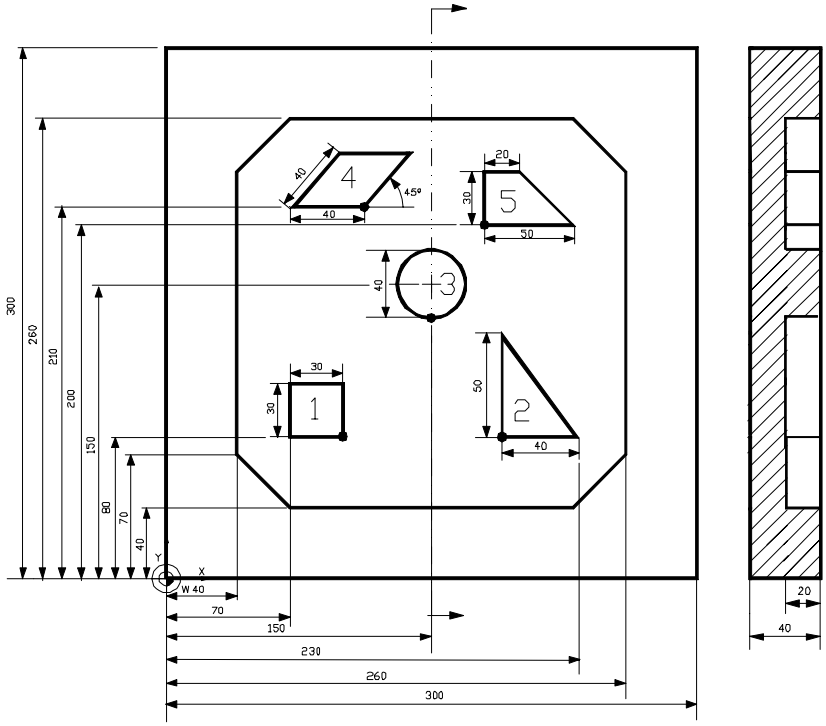
N.. G201 N1=.. Z-10
N.. G203 X34 Y10 Z0
N.. G64
N.. G1 X51.575 Y41
N.. G3 R10
N.. G1 X19 Y47.565
N.. G1 X1=13 Y1=13.114
N.. G3 R6
N.. G1 X34 Y10
N.. G63
N.. G204
N.. G202

Beispiel 3 Vollkreis



N.. G201 N1=.. Z-10
N.. G203 X36 Y21 Z0
N.. G3 I36 J43
N.. G204
N.. G202

Tasche mit Inseln



N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=1000 N1=9991 N2=9992
:
N37 G202

5.66.3 G202 Ende Taschenkonturzyklus

Zweck

Beenden des Taschenkonturzyklus.

Format

N... G202

Parameter

Keine

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G201 und die Abschlussfunktion G202 müssen beide im gleichen Programm oder Makro stehen.

Zwischen G201 und G202 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G203, G204, G205, G206, G207 und G208

Zwischen G201 und G202, dürfen nachfolgende Funktionen nicht verwendet werden:
- Nullpunktverschiebungen, insbesondere G92/G93 und gespeicherte Nullpunkt-Verschiebungen (G51...G59, G54 I[Nr.])
- Achsendrehung (G92, G93)
- Spiegeln oder Vergrößern/Verkleinern (G72, G73)
- Definition und Aktivierung von Festzyklen
- Messzyklen
- Ebenenauswahl (G17, G18, G19)
- Punktedefinition (G78)
- Spiraleninterpolation
- Werkzeugwechsel (M6, M66, M67)
- Makro- (G22) oder Programmaufruf (G23)
- Satz- und Programmteilwiederholung (G14)
- Bedingter Sprungbefehl (G29)

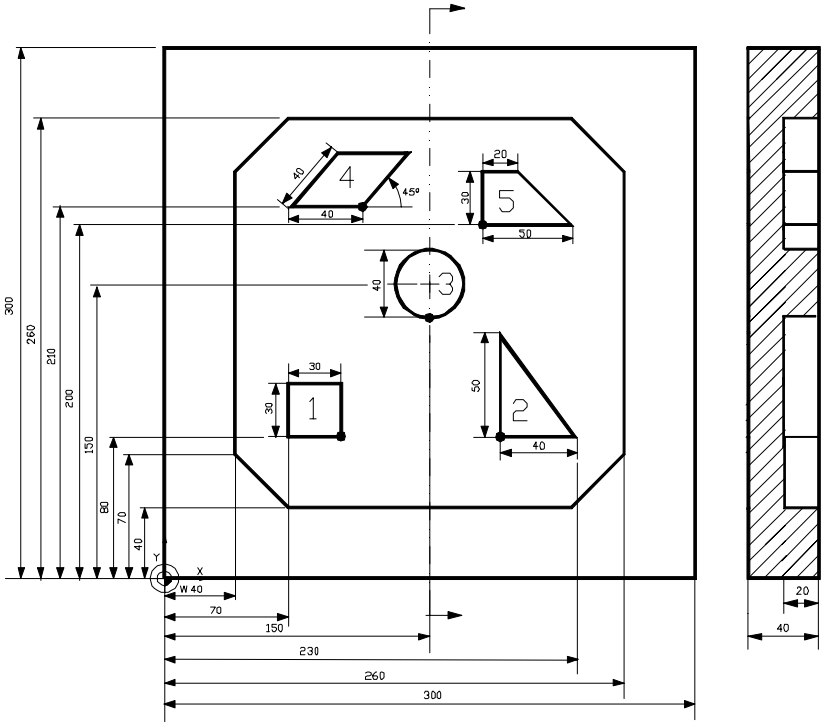
Abschluss der gesamten Taschenbeschreibung. Nachdem die Tasche ausgeräumt ist, wird die Ausführung des Teileprogramms fortgesetzt, und zwar mit dem Satz der dem G202-Satz unmittelbar folgt.

Bei G202 wird das Berechnen von universellen Taschenzyklen beendet. Beim nächsten G200 wird die Berechnung fortgesetzt.

Beim Ausführen von G202 werden G0, G40, G63 und G90 automatisch aktiviert.

Nach der Taschenbeschreibung muss das Programm mit einer absoluten Position fortgesetzt werden.

Beispiel Tasche mit Inseln



N9990

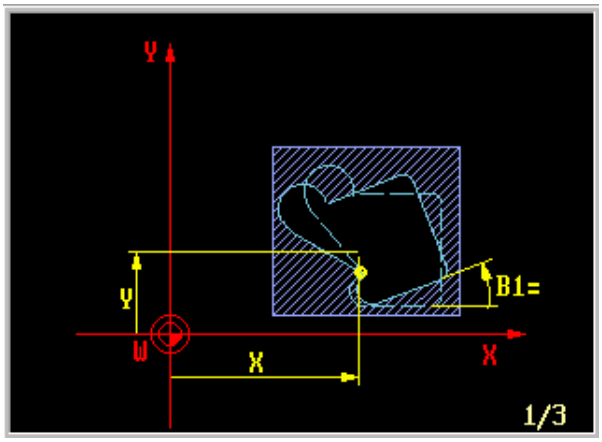
```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30                (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1                 (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50                               (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150                      (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135          (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
```

```
N32 Y30
N33 X20                          (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3          |
N40 G22 N=9993             |
N41 G22 N=9994             |
N42 G22 N=9995             | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996             |
N44 G22 N=9997             |
N45 G22 N=9998             |
N46 M30
```

5.66.4 G203 Anfang der Taschenkonturbeschreibung

Zweck

Anfang des Taschenkonturzyklus



Format

N... G203 X.. Y.. Z.. {B1=..} {N1=...}

Parameter

G	Konturtaschenbeschreibungsanfang
X	Startpunkt in X
Y	Startpunkt in Y
Z	Startpunkt in Z
P	Punktedefinitionsnummer
N1=	Makronummer für Nachbearbeitung
B1=	Rotationswinkel Taschenkontur
B2=	Startpunkt Polarwinkel
L2=	Startpunkt Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer

N1= : Nummer der Makros zur Nachbearbeitung der Taschenkontur.
Ist das Wort N1=.. nicht programmiert worden, wird kein Makro erzeugt.

B1= : Drehung der Taschenkontur um den Punkt im G203-Satz. Eventuelle Inseln werden nicht gedreht.

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Hinweise und Verwendung

Die Beschreibung der Taschenkontur beginnt mit der Angabe der Position des ersten Punktes. Auch die Nachbearbeitung der Kontur beginnt an diesem Punkt.

Der Anfangspunkt kann mit absoluten kartesischen Koordinaten definiert werden, die auf den Programmnullpunkt W bezogen sind, aber auch mit absoluten Polarkoordinaten (B2=.. und L2=..). Die Lage lässt sich auch mit Hilfe eines vordefinierter Punktes (G78) programmieren.

Die Lage der Werkstückoberfläche wird mit Koordinatenwerten der nachfolgenden Werkzeugachsen definiert: G17 Z-Achse, (G18) X-Achse, (G19) Y-Achse.

Die Werkzeugachsenkoordinaten müssen immer im G203-Satz enthalten sein.

Beim Ausführen von G203 werden G1, G63 und G90 automatisch aktiviert.

Zur Beschreibung der Konturelemente können alle Möglichkeiten der Steuerung zur Angabe von geradlinigen und kreisförmigen Elementen genutzt werden.

Die Taschenkontur muss geschlossen sein, andernfalls wird die Kontur mit einer Geraden vom Endpunkt zum Anfangspunkt geschlossen.

Absolute oder Inkrementelle Koordinaten sind in der Konturbeschreibung erlaubt. Die Programmierung erfolgt über G90 oder G91.

Die Geometriefunktion (G64) kann verwendet werden. Hier gelten die gleichen Bedingungen wie für die Programmierung einer geometrischen Kontur. Die wichtigste davon ist, dass zwischen G64 und G63 lediglich absolute Koordinaten verwendet werden müssen.

Nur Achsen in der Hauptebene dürfen programmiert werden. Die Nachbearbeitung kann von der Seitenmitte aus gestartet werden. Dazu wird der Startpunkt der Taschenzyklusbeschreibung in der Seitenmitte gelegt.

Das Programm beginnt die Nachbearbeitung am Startpunkt der Konturbeschreibung und die Nachbearbeitung wird in der gleichen Folge ausgeführt wie die Konturbeschreibung.

Zwischen G203 und G204 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:

G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90 und G91

Die Bewegungen G1, G2/G3 beschränken sich auf die Hauptebene. Werkzeugachsen- und Drehachsenkoordinaten sind nicht erlaubt.

Die Funktionen G63/G64 und G90/G91 sollten allein im Programmsatz stehen, z.B.

```
N10 G64
N20 X... Y...          : erlaubt

N10 G64 X... Y...      : nicht erlaubt
```

Die Funktionspaare G203/G204 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Der erste Punkt einer Konturbeschreibung muss in einem G203-Satz angegeben sein.

In einer Kontur können definierte Punkte verwendet werden; eine Punktedefinition (G78) ist aber nicht erlaubt. Die Punkte müssen vor dem G200-Satz definiert werden.

Der Taschengrund muss parallel zur Bearbeitungsebene verlaufen, d.h. parallel zur XY-Ebene (G17), XZ-Ebene (G18) oder YZ-Ebene (G19). Eine geneigte oder gewölbte Bodenfläche ist nicht erlaubt.

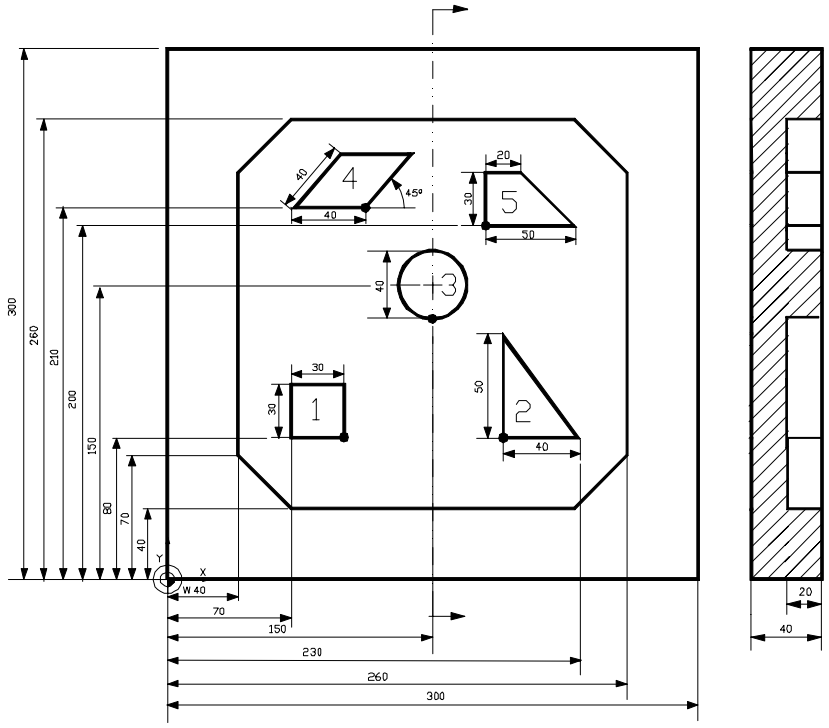
Die Taschenseiten müssen senkrecht zum Taschengrund stehen.

Zwei Elemente der gleichen Tasche dürfen einander nicht schneiden oder tangieren.

Beim Schlichten muss der Programmierer darauf achten, dass er den Werkzeugdurchmesser kleiner wählt, als den Abstand der kleinsten Engstelle in der Tasche des Werkstückes. Konturverletzungen bei der Schlichtbearbeitung werden von der Steuerung nicht erkannt.

Die Regeln welche für die Bewegungen G1 und G2/G3 gelten, sind gleichermaßen gültig für die gleichartigen Bewegungen im Taschenzyklus.
Wenn die Geometriefunktion (G64) aktiv ist, können nur absolute (G90) Koordinaten verwendet werden und es kann nur ein vorher definierter (G78) Punkt in einem Programmsatz enthalten sein.

Beispiel: Tasche mit Inseln

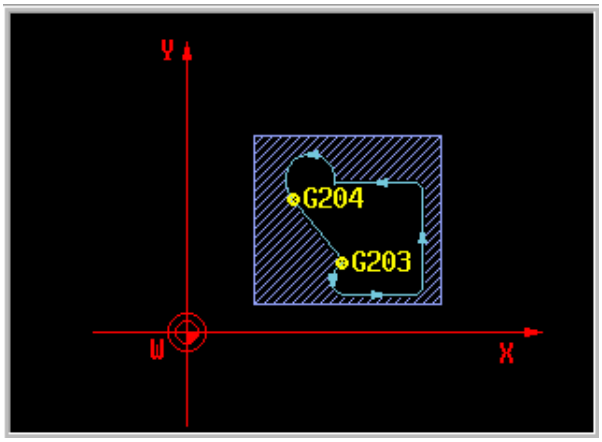


N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
:
N14 G204
:
N37 G202

5.66.5 G204 Ende der Taschenkonturbeschreibung

Zweck

Beendet die Beschreibung der Taschenkontur.



Format

N... G204

Parameter

Keine

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für dir allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Hinweise und Verwendung

G204 darf nur zwischen G201 und G202 programmiert werden.

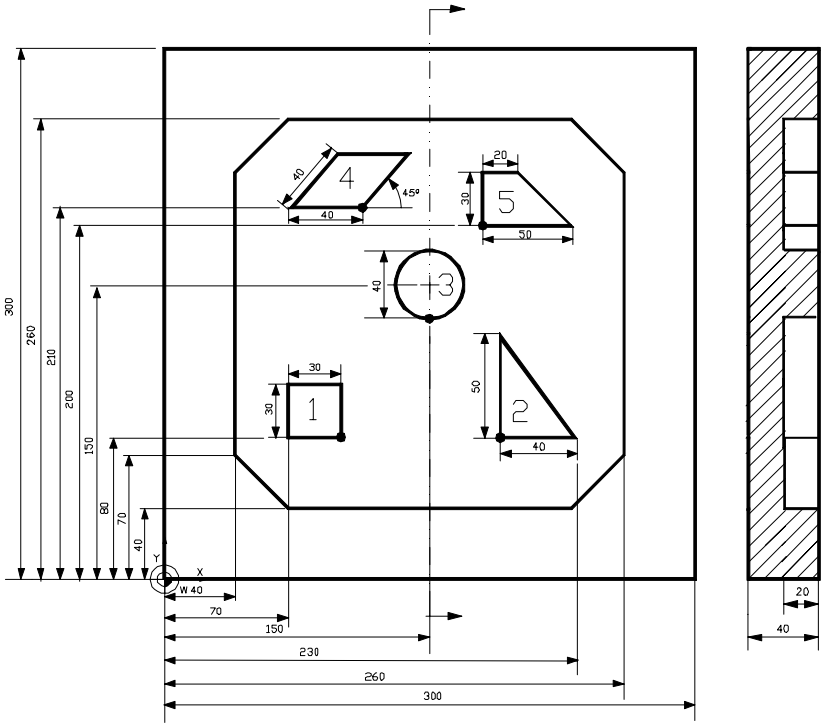
Zwischen G203 und G204 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90, G91
Die Bewegungen G1, G2/G3 beschränken sich auf die Hauptebene. Werkzeugachsen- und Drehachsenkoordinaten sind nicht erlaubt.
Die Funktionen G63/G64 und G90/G91 sollten allein im Programmsatz stehen, z.B.

```
N10 G64
N20 X... Y...          : erlaubt

N10 G64 X... Y...      : nicht erlaubt
```

Die Funktionspaare G203/G204 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Beispiel: Tasche mit Inseln

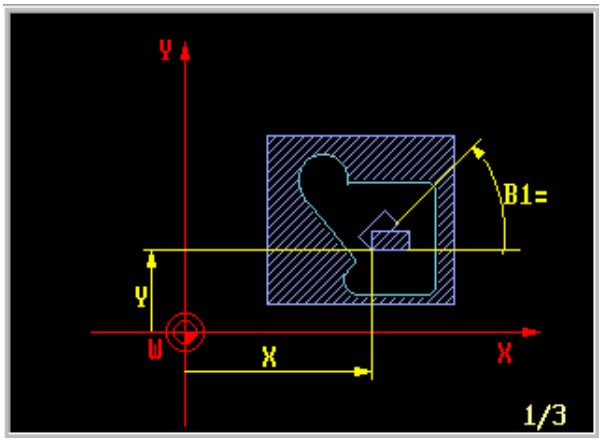


N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30 (Taschenkontur)
N14 G204
:
N37 G202

5.66.6 G205 Anfang der Inselkonturbeschreibung

Zweck

Anfang der Inselkonturbeschreibung.



Format

N... G205 X.. Y.. {N1=...}

Parameter

G	Inselkonturbeschreibungsanfang
X	Startpunkt in X
Y	Startpunkt in Y
P	Punktedefinitionsnummer
N1=	Makronummer für Nachbearbeitung
B1=	Rotationswinkel Inselkontur
B2=	Startpunkt Polarwinkel
L2=	Startpunkt Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer

N1= : Nummer der Makros zur Nachbearbeitung der Inselkontur.
Ist das Wort N1=.. nicht programmiert worden, wird kein Makro erzeugt.

B1= : Drehung der Taschenkontur um den Punkt im G203-Satz. Eventuelle Inseln werden nicht gedreht.

Zugehörige Funktionen

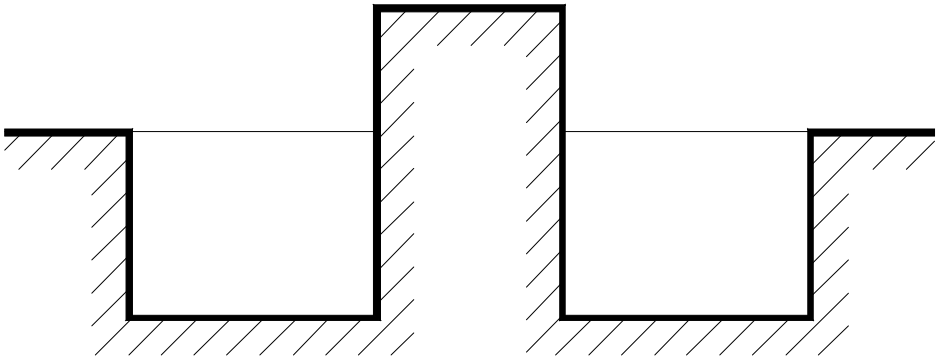
G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

5.66.6.1 Beschreibung einer Inselkontur

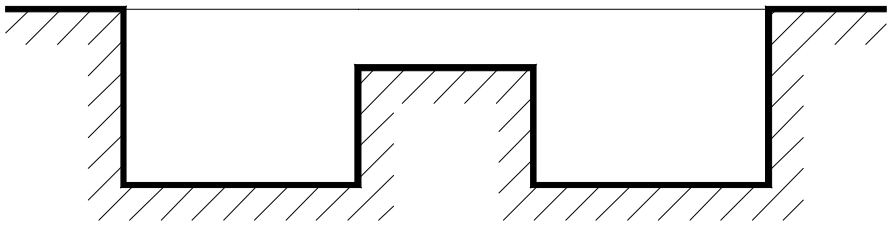
Die Kontur einer Insel wird in der gleichen Weise beschrieben wie die Kontur einer Tasche. Die Beschreibung beginnt mit G205 und der absoluten Startposition der Insel.

Die absolute Position wird beschrieben mit:
- entweder kartesischen Koordinaten
- oder polaren Koordinaten
- oder einem definierten Punkt.

Die Werkzeugachse darf nicht programmiert werden. Die CNC nimmt an, dass die Insel- und die Taschenoberfläche gleich hoch sind.



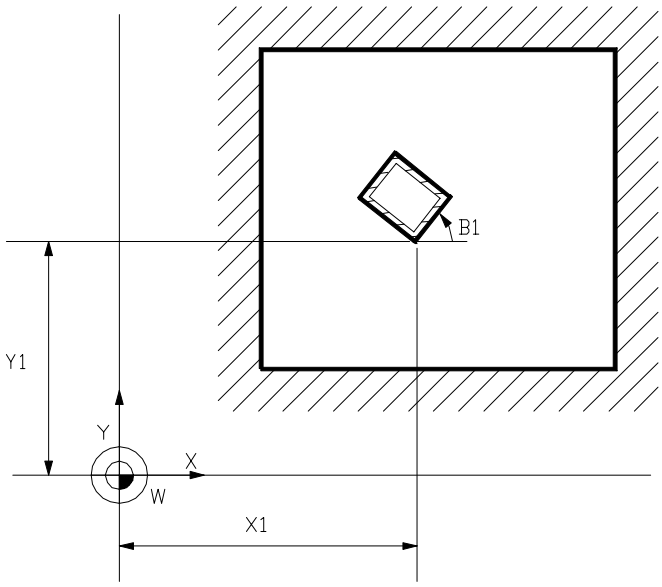
Wenn die Insel über die Taschenoberfläche hinausragt, so kann mit dem B-Wort im G201-Satz eine Kollision zwischen Fräser und Werkstück während der Bewegung von einem zum anderen Startpunkt vermieden werden.
Wenn die Inseloberfläche unter der Taschenoberfläche liegt, so muss der Teileprogrammierer darauf achten, dass die Insel nach Ausräumen der Tasche auf die richtige Höhe gebracht wird.



G205 veranlasst die Aktivierung von G1, G63 und G90.
Die Konturbeschreibung wird mit G206 abgeschlossen.

Für eine Beschreibung der Insel-Anfahrbewegungen siehe G203 (Taschenkonturen)

DREHUNG EINER INSEL UM DEN STARTPUNKT



Das Wort B1=.. im G205-Satz gibt an, dass die Insel um den Startpunkt (X1; Y1) um den programmierten Winkel gedreht wird.

Die Programmierung lautet:

```
G205 X (=X1) Y (=Y1) B1= (=B1) N1=..
:  \
:   >  Inselkontur
:  /
G206
```

Hinweise und Verwendung

Zwischen G205 und G206 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90 und G91
Die Bewegungen G1, G2/G3 beschränken sich auf die Hauptebene. Werkzeugachsen- und Drehachsenkoordinaten sind nicht erlaubt.
Die Funktionen G63/G64 und G90/G91 sollten allein im Programmsatz stehen, z.B.

```
N10 G64
N20 X... Y...          : erlaubt

N10 G64 X... Y...      : nicht erlaubt
```

Die Funktionspaare G205/G206 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Die Kontur einer Insel muss geschlossen sein.

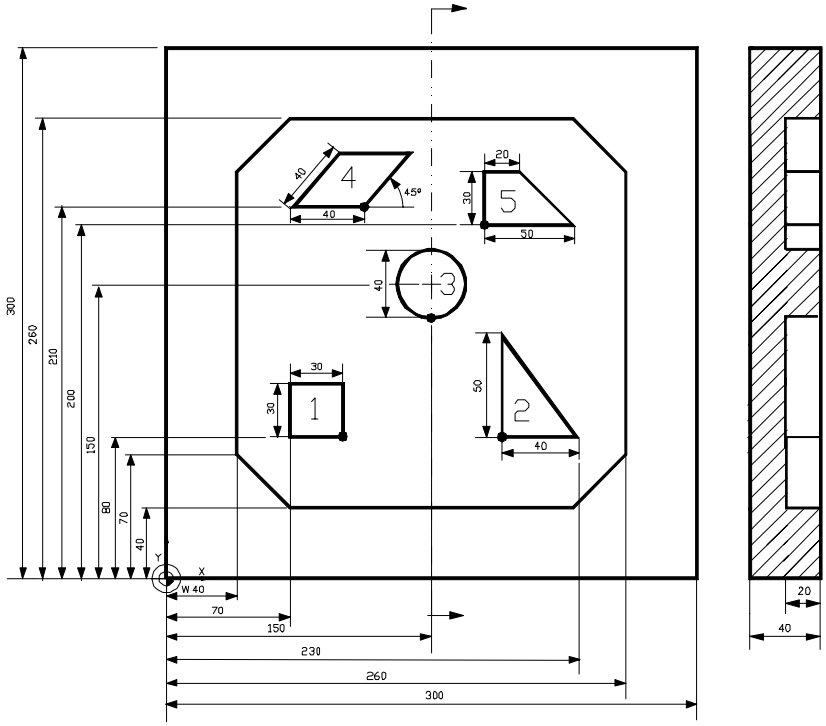
Zwei Inseln dürfen einander nicht schneiden oder tangieren

Inseln müssen in der Tasche liegen und dürfen die Seiten der Tasche nicht schneiden oder tangieren

Die Seiten einer Insel müssen senkrecht zur Bodenfläche stehen

Eine Insel darf nicht von einer anderen Insel eingeschlossen sein.

Beispiel: Tasche mit Inseln



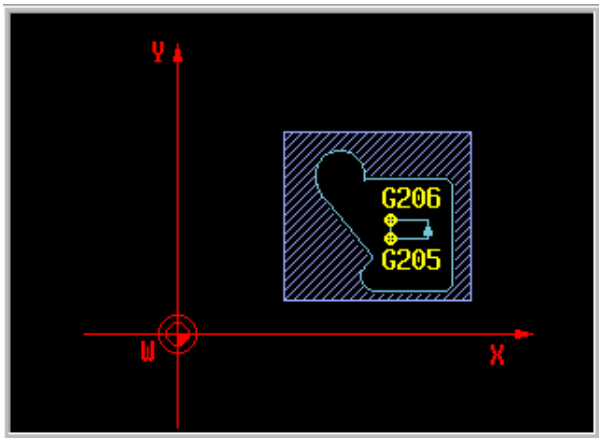
N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R8)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R10)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30 (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1 (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50 (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150 (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997

```
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135          (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                               (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3                     |
N40 G22 N=9993                        |
N41 G22 N=9994                        |
N42 G22 N=9995                        | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996                        |
N44 G22 N=9997                        |
N45 G22 N=9998                        |
N46 M30
```

5.66.7 G206 Ende der Inselkonturbeschreibung

Zweck

Beenden der Inselkonturbeschreibung.



Format

N... G206

Parameter

Keine

Zugehörige Funktionen

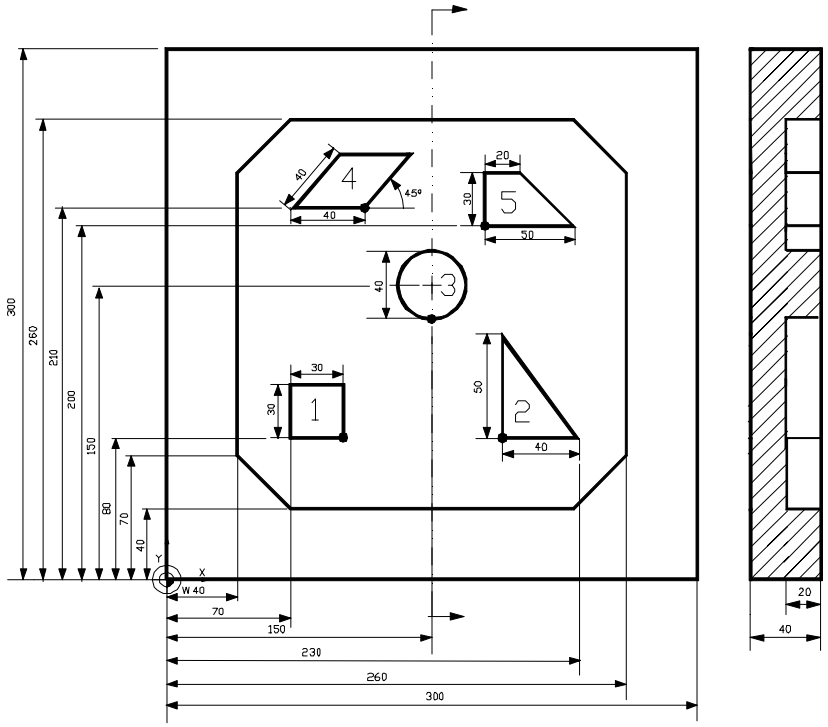
G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Hinweise und Verwendung

Zwischen G205 und G206 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90 und G91

Die Funktionspaare G205/G206 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Beispiel: Tasche mit Inseln



N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30 (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1 (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50 (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150 (Insel 3)
N26 G206

```
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135          (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                               (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3                     |
N40 G22 N=9993                        |
N41 G22 N=9994                        |
N42 G22 N=9995                        | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996                        |
N44 G22 N=9997                        |
N45 G22 N=9998                        |
N46 M30
```

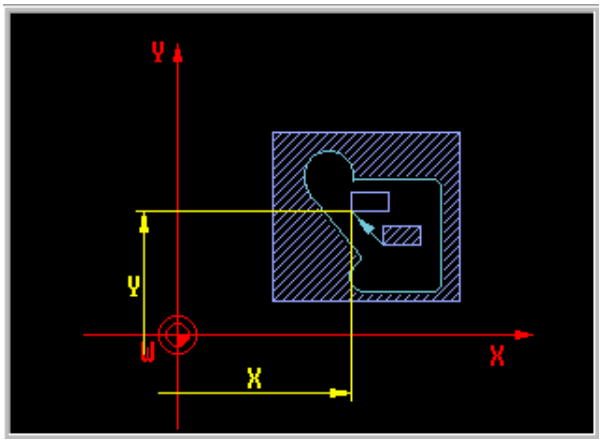
5.66.8 G207 Beschreibung der Inselkontur in einem Makro

Zweck

Programmieren von gleichen Inselkonturen an verschiedenen Stellen.

Es ergeben sich drei Möglichkeiten:
1. Die gleiche Insel kommt an einer anderen Stelle in der gleichen Taschenkontur vor.
2. Die gleiche Inselkontur kommt in einer anderen Taschenkontur vor.
3. Die gleiche Inselkontur kommt in einem anderen Programm vor.

Indem die Inselkontur in einem Makro eingebunden ist, können die drei Möglichkeiten in der gleichen Weise verarbeitet werden.



Format

N... G207 N= X... Y... {Z...} {N1=...}

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

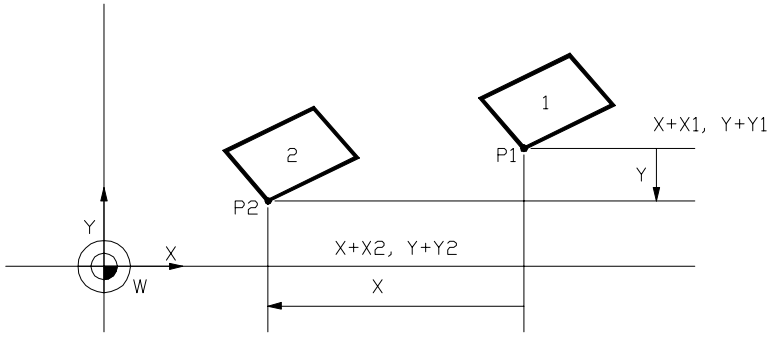
G	Aufruf Inselkonturmakro
X	Verschiebung in X
Y	Verschiebung in Y
Z	Verschiebung in Z
N=	Makro mit Inselkonturbeschreibung
N1=	Makronummer für Nachbearbeitung

N=.. : Kennzeichnung des Makros mit der Inselkontur
X., Y. : Die Entfernungen zwischen dem Startpunkt der als Makro programmierter Kontur und dem gewünschten Startpunkt

Hinweise und Verwendung

Eine geometrisch programmierten Kontur (G64...G63) innerhalb eines G207 Makro (Taschenzyklus) kann fehlerhaft sein, weil die Makro-Verschiebung nur in den Startpunkt verrechnet wird. Programmierer die Taschenzyklen verwenden sollen das Taschenmakro diesbezüglich kontrollieren und gegebenenfalls das Makro in das Teileprogramm aufnehmen um das Problem zu umgehen.

Beispiel



Das Makro der Inselkontur lautet dann:

N9xxx G205 X=X2 Y=Y2 N1=.. (X und Y sind die Anfangskoordinaten von der Inselkontur in bezug auf den Werkstücknullpunkt.
N1 \
: > Inselkontur
N.. /
N.. G206

N9xxx stellt hier die Makrokennzeichnung dar.

Das Makro wird mit der Funktion G207 aufgerufen.

N.. G201

N.. G207 N=9xxx N1=....
N.. G207 N=9xxx X=(X1-X2) Y=(Y1-Y2) N1=....
N.. G202

Erläuterung:

1 : Insel deren Kontur als Makro programmiert ist
P1: Startpunkt der Konturbeschreibung (G205-Satz) in Bezug der Werkstücknullpunkt.

2 : Gewünschte Position der zweiten Insel
P2: Startpunkt der verschobenen Kontur in Bezug der ursprüngliche Platz des Kontur.
X..: Abstand parallel zur X-Achse von P1 zum P2
Y..: Abstand parallel zur Y-Achse von P1 zum P2

Der Abstand hat ein Vorzeichen, wie bei Inkrementalmaßprogrammierung.

Hinweis

Das Beste ist um die Inselkontur mit den Koordinaten X0, Y0 anzufangen. (Nullpunktverschiebung in G205). Im G207 Satz kann dann der Anfangspunkt ohne rechnen programmiert werden.

Das gleiche Makro der Inselkontur lautet dann:

```
N9xxx G205 X0 Y0 N1=..
N..       \
:    > Inselkontur mit Nullpunktverschiebung
N..       /
N.. G206
```

N9xxx stellt hier die Makrokennzeichnung dar.
Das Makro wird mit der Funktion G207 aufgerufen.

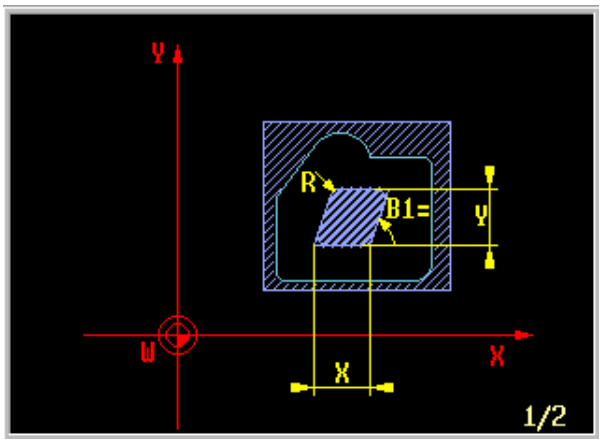
```
N.. G201
:
N.. G207 N=9xxx X=X2 Y=Y2
N.. G207 N=9xxx X=X1 Y=Y1
N.. G202
```

In Makro darf keine G63/G64 stehen.
Absolute und/oder Inkrementelle Programmierung sind möglich.

5.66.9 G208 Beschreibung einer Kontur als ein regelmäßiges Viereck

Zweck

Beschreiben eines regelmäßigen Vierecks als Tasche oder Inselkontur.
Die Funktion G208 ermöglicht es, ein regelmäßiges Viereck, insbesondere ein Rechteck oder ein Parallelogramm, auf einfache Weise wie eine Kontur zu programmieren.



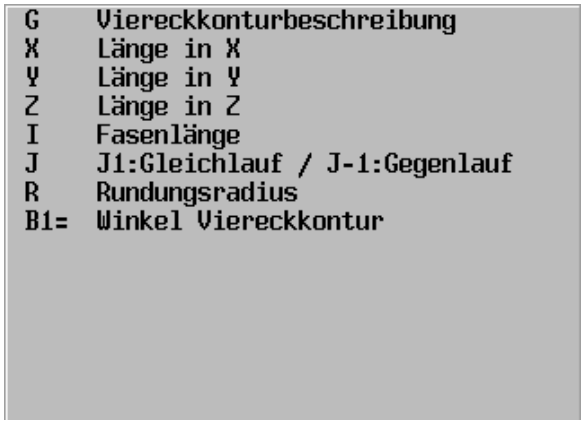
Format

N... G208 X.. Y.. Z.. {I..} {J..} {R..} {B1=..}

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter



N : Satznummer
X und Y: Diese Wörter geben den Abstand entlang den zwei Hauptebenenachsen an. Der Abstand wird gemessen vom Startpunkt im G203-Satz. Das Vorzeichen der Wörter bestimmt die Richtung in der der Abstand gemessen wird. "+" bedeutet, dass der Abstand in der positiven Achsrichtung gemessen wird, "-" bedeutet, dass der Abstand in der negativen Achsrichtung gemessen wird.
J : Die Angabe der Bewegungsrichtung bei der Nachbearbeitung erfolgt mit den J-Wort:
J1 Fräsen im Gegenuhrzeigersinn (Gleichlauffräsen)
J-1 Fräsen im Uhrzeigersinn (Gegenlauffräsen)

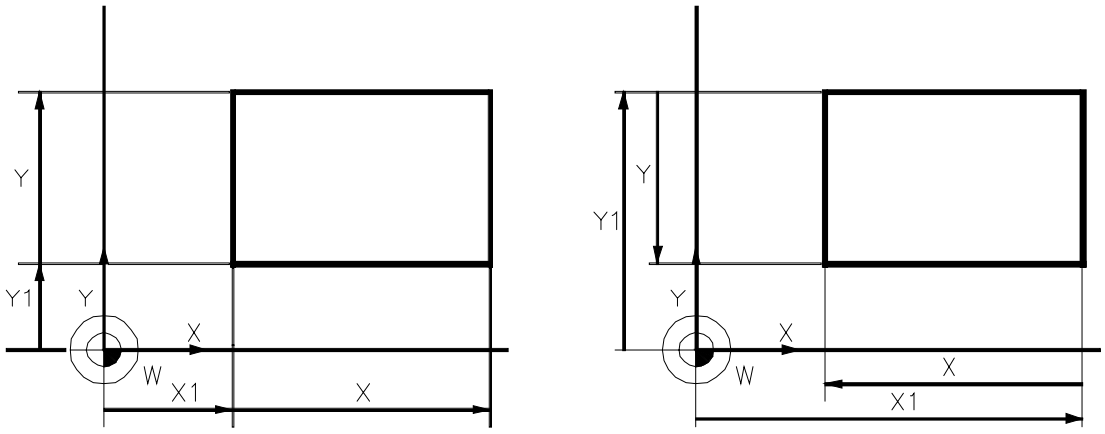
Wird keine J-Adresse programmiert, so wird automatisch J1 verwendet.

Hinweise und Verwendung

Der Taschengrund muss immer parallel zur Hauptebene verlaufen.

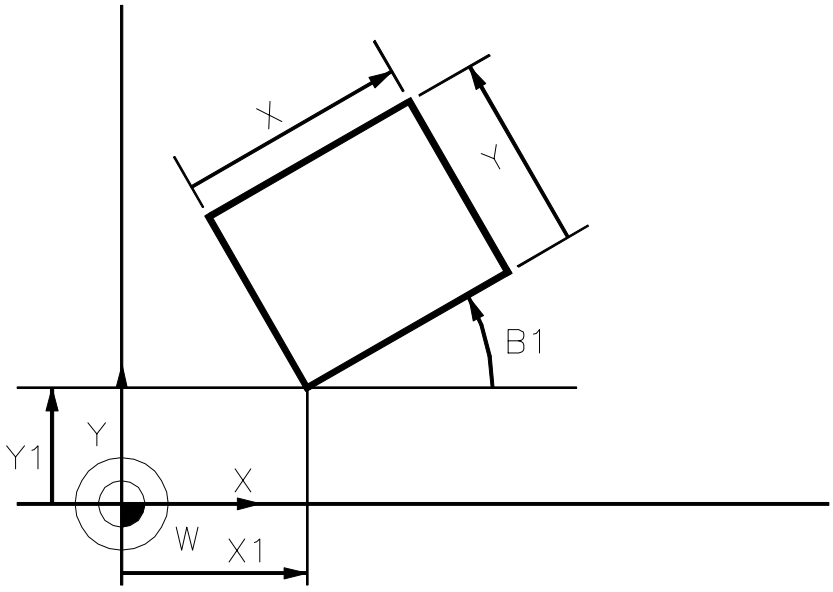
Beispiel

1) Viereck



Wenn die Seiten eines Vierecks parallel zu den Achsen verlaufen, so liegen die X- und Y-Koordinaten ebenfalls parallel zu den Achsen.

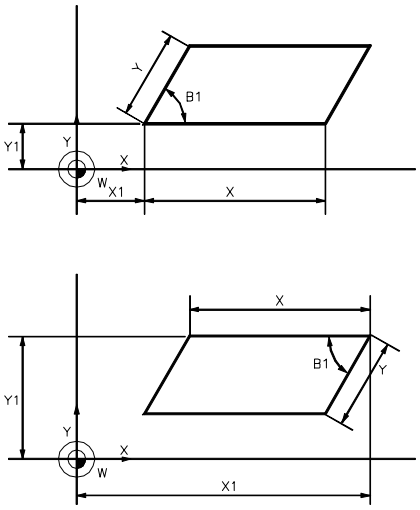
Verlaufen die Seiten nicht parallel zur X- und Y-Achse, so wird G208 programmiert als wären sie parallel. Der G203-Satz enthält den Drehwinkel (B1=..).



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1) B1= (=B1)
G208 X (=X) Y (=Y)
G204

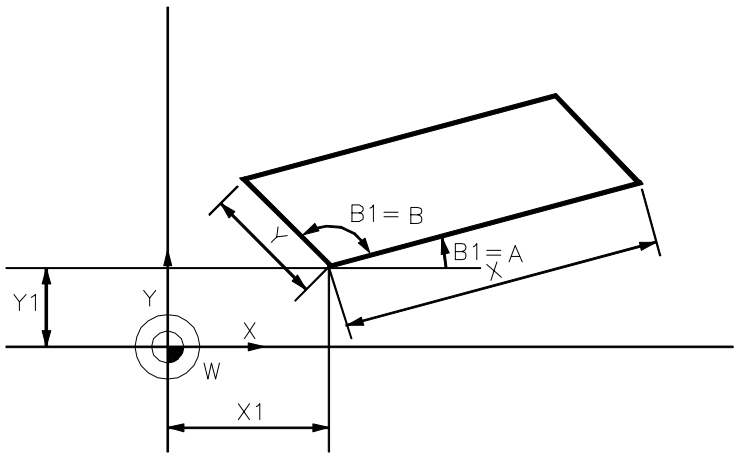
2) Parallelogramm
Zum Programmieren eines Parallelogramms wird die Länge der beiden Seiten sowie der Winkel angegeben.

Es sind:
B1= : Der Winkel in Grad und Bruchteilen eines Grades
(0° < B1 < 180°).
Der Winkel ist vorzeichenlos.
Der Standardwert für B1=.. ist 90°, d.h. die Figur stellt ein Rechteck dar. Viereck



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B1)
G204

Läuft eine Seite nicht parallel zur X-Achse, ist die Programmierung gleich. Der G203-Satz enthält den Drehwinkel.

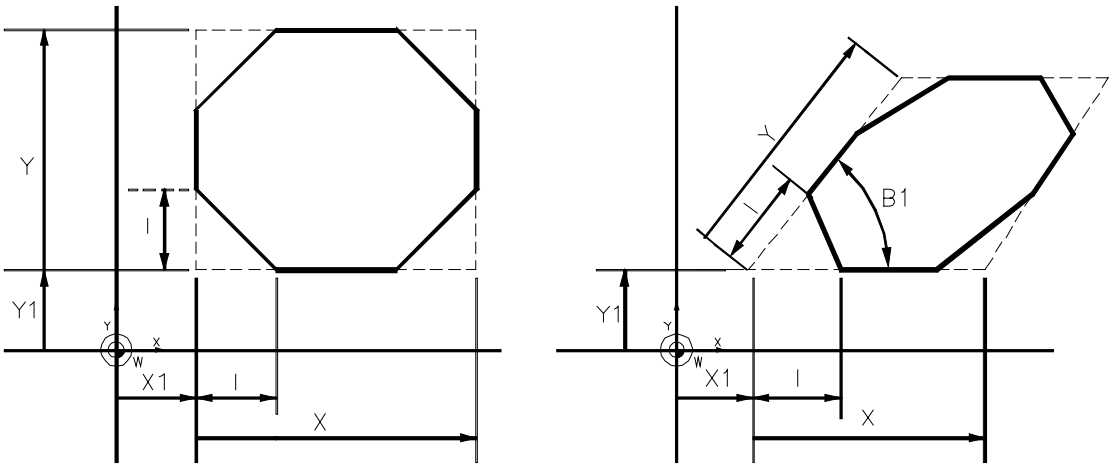


Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1) B1= (=A)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B)
G204

3) Fase

In das Rechteck sowie das Parallelogramm kann eine Fase eingefügt werden.

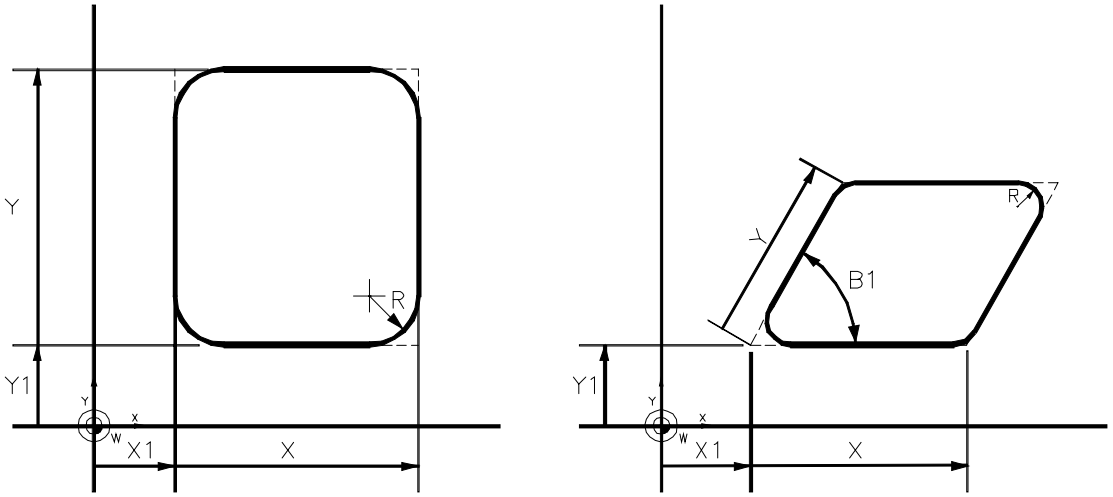
I-Wort : Die Fasenbreite.
Das I-Wort ist vorzeichenlos.
Die Fase wird symmetrisch um den Eckpunkt angeordnet.



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B1) I (=I)
G204

4) Rundung

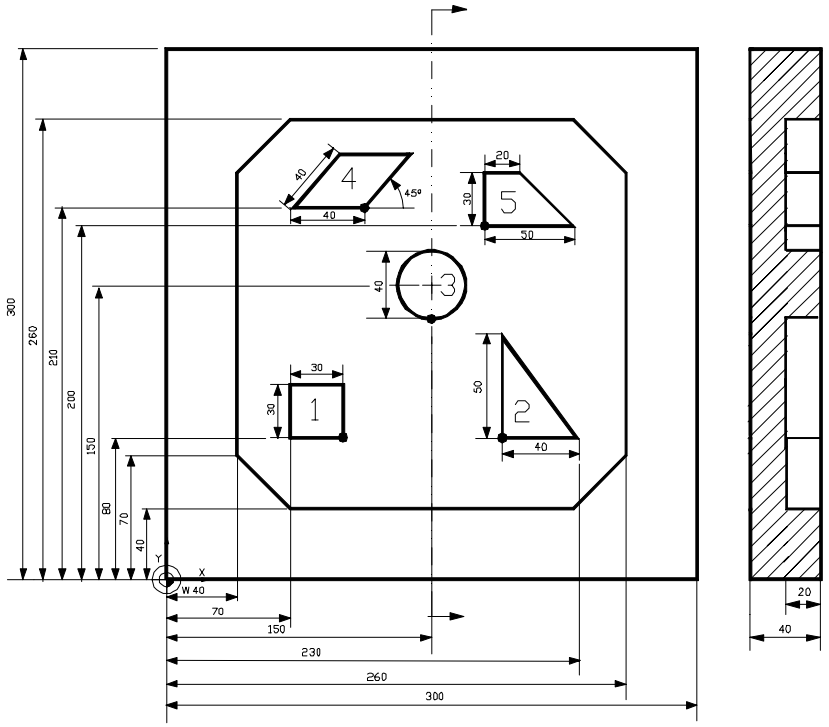
R-Wort : Der Rundungsradius. Der Radius ist vorzeichenlos.



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B1) R (=R)
G204

Es kann entweder das I-Wort oder das R-Wort programmiert werden. Bei gleichzeitiger Programmierung dieser Wörter erfolgt die Fehlermeldung "Ungültige Konturbeschreibung" (P144).

Beispiel: Tasche mit Inseln



N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30 (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1 (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50 (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150 (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135 (Insel 4)

```
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                                (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3                      |
N40 G22 N=9993                         |
N41 G22 N=9994                         |
N42 G22 N=9995                         | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996                         |
N44 G22 N=9997                         |
N45 G22 N=9998                         |
N46 M30
```

6. Spezifische G-Funktionen für Makros

6.1 Übersicht:

Fehlermeldung Funktionen

G300 Programmieren von Fehlermeldungen
G301 Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro

Ausführung Funktionen

G302 Radiuskorrektur Parameter überschreiben
G303 M19 mit programmierbarer Richtung

Abfrage Funktionen

G319 Abfrage aktive Technologie
G320 Abfrage aktuelle G-Daten
G321 Abfrage Werkzeugtabelle
G322 Abfrage Maschinenkonstantenwerte
G324 Abfrage aktuelle modale G-Funktion
G325 Abfrage aktuelle modale M-Funktion
G326 Abfrage aktuelle Achspositionswerte
G327 Abfrage aktuelle Betriebsart
G329 Abfrage programmierbare kinematische Elemente

Schreib Funktionen

G331 Schreiben in die Werkzeugtabelle
G339 Schreiben programmierbare kinematische Elemente

Formatierte schreib Funktionen

G350 Schreiben ins Fenster
G351 Schreiben in eine Datei

6.2 Fehlermeldung Funktionen

6.2.1 G300 Programmieren von Fehlermeldungen

Zweck

Setzen von Fehlermeldungen bei Ausführung von Universellen Programmen oder Makros.

Format

N... G300 [{D...}|{D1=...}]

Parameter

G	Programm Fehleraufruf
D	P Fehlermeldungs-Nummer
D1=	R Fehlermeldungs-Nummer

Hinweise und Verwendung

D sind generell Fräsfehlermeldungen (P), D1= sind Fehlermeldungen (R) vom Drehbetrieb (G36).

Bei der Ausführung von den Programmen kann eine Fehlermeldung gegeben werden.

Es könne nur Fehlermeldungen aus den bestehenden P- und R-Fehlerliste verwendet werden. (Siehe Fehlerliste im Maschine Unterlagen).

Beispiele

Beispiel : Setzen von Fehlermeldungen, wenn ein programmierter Winkel nicht zugelassen ist.

```
N9999 (Makro für Berechnen der Tischdrehungen)
N11  (E4 ist Eingangswert für Winkel Phi)
N100
N110 G29 I1 E30 N=180 E30=(E4>360)
N120 G29 I1 E30 N=210 E30=(E4<0)
N150 G29 I1 E30 N=290 E30=1
N160
N170 (Fehlermeldung: Phi>360)
N180 G300 D190 (Programmierte Wert > Höchstwert)
N190
N200 (Fehlermeldung: Phi<0)
N210 G300 D191 (Programmierte Wert < Mindestwert)
N220
N290
```

Erläuterung:

N11 : E4 ist Eingangswerte für Winkel Phi
N110: Vergleichen ob E4 > 360 Grad. So Ja, dann Sprung zu N180
N120: Vergleichen ob E4 < 0 Grad. So Ja. dann Sprung zu N210
N150: Sprung zu N290 (0 <= E4 <= 360 Grad)
N180: Fehlermeldung: Programmierten Wert > Höchstwert
Programm muss beendet werden und ein geänderte E4 muss eingetragen werden
N210: Fehlermeldung: Programmierten Wert < Mindestwert
Programm muss beendet werden und eine geänderte E4 muss eingetragen werden
N290: Normales Programm

6.2.2 G301 Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro

Zweck

Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro.

Format

N... G301 (O... Falscher Originalsatz)

Parameter

keine

Hinweise und Verwendung

Dieses G301 wird generiert, wenn beim Einlesen eines Programms oder Makros ein Lesefehler gefunden wird. Funktion kann nur innerhalb fehlerhafter Programme und Makros stehen.

Die Funktion kann nicht in MDI eingetragen werden.

Die Fehlermeldungen sind die bestehenden O-Fehler. (Siehe Fehlerliste im Maschine Unterlagen).

Beispiel

Richtiges Programm speichern auf Festplatte.
Programm wurde mit MC84 = 0 gemacht

```
N9999 (Programm...)
N1 G17
N2 G57
N3 T1 M6
N4 F200 S1000 M3
:
N99 M30
```

Fehlerhaftes Programm im RAM.
Erweiterte Nullpunktverschiebung ist aktiv (MC84 > 0)

```
N9999 (ERR*) (Programm...)
N1 G17
N2 G301 (O138  G57)
N3 T1 M6
N4 F200 S1000 M3
:
N99 M30
```

Erläuterung:
G301 gibt an, dass das Programm falsch ist. G57 muss G54 I03 sein.

Dieses falsche Programm kann ausgeführt werden. Beim G301-Satz wird angehalten und Fehler P33 (ändere Text im umgesetzten Satz) erscheint. Dieser Satz muss geändert, und das Programm neu gestartet wird.

6.3 Ausführungs- Funktionen

6.3.1 G302 Radiuskorrektur Parameter überschreiben

Zweck

Die G302-Funktion überschreibt den aktiven Werkzeugparameter während der Ausführung. Die Werkzeugparameter im Werkzeugspeicher werden nicht geändert.

In dieser Version kann nur der O-Parameter für die Werkzeugorientierung überschrieben werden.

Für Beschreibung siehe Paragraf 12.8 in Kapitel "Drehbetrieb" auf Pagina 560.

6.3.2 G303 M19 mit programmierbarer Richtung

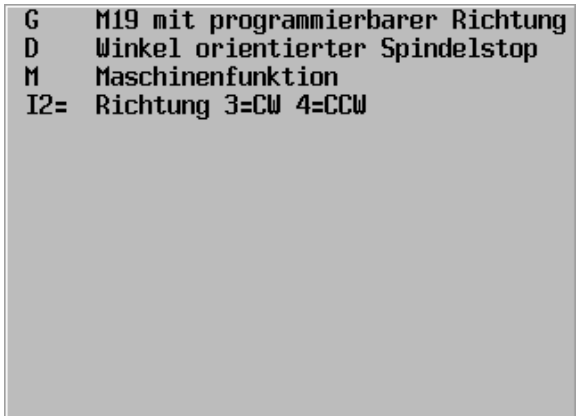
Zweck

M19 mit programmierbarer Richtung (CW oder CCW).

Format

N... G303 M19 D... {I2=...}

Parameter



Hinweise und Verwendung

Es kann nur die Funktion M19 programmiert werden.

Die Grundstellung für I2=3.

Beispiel

Beispiel : Stoppen Spindel mit M19.

N100 G303 M19 D75 I2=4

Erläuterung:

N100: Orientierter Spindelstop
Winkel 75 Grad
CCW

6.4 Abfrage Funktionen

6.4.1 G319 Abfrage aktive Technologie

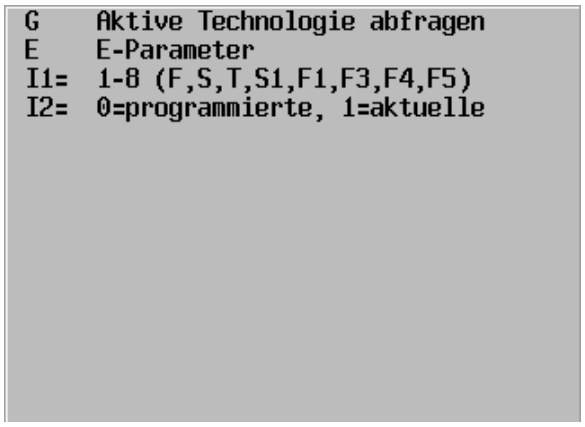
Zweck

Abfrage aktive F (Vorschub), S (Drehzahl), S1 (Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl) oder T (Werkzeugnummer).

Format

N... G319 I1=.. E... {I2=..}

Parameter



Wählbare Funktionen:

I1=1 Vorschub (F)
I1=2 Drehzahl (S)
I1=3 Werkzeugnummer (T)
I1=4 Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl (S1=) (nur Drehen)
I1=5 Konstanter Schnittvorschub (F1= bei G41/G42)
I1=6 Eintauchvorschub (F3=)
I1=7 Ebenevorschub (F4=)
I1=8 Rundachsenvorschub (F5=)

I2=0 Programmierte Wert (Grundstellung)
I2=1 Aktuellen Wert.

Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSLESEN VON ADRESSE OHNE WERT

Wenn die Adresse nicht besteht, wird der E-Parameter mit –999999999 gefüllt.

Beispiel: Auslesen des aktiven Vorschubs und Speichern des Wertes im E-Parameter 10.

```
N... G319 I1=1 E10 I2=0
```

Erläuterung:

I1=1 Vorschubwert abfragen.
E10 enthält den Wert

6.4.2 G320 Abfrage aktuelle G-Daten

Zweck

Abfrage Adresswerte von aktuellen modalen G-Funktion und Speichern dieser Werte in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G320 I1=.. E...

Parameter

G	Aktuelle G-Daten abfragen
E	E-Parameter
I1=	Anwahlnummer

Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

GRUNDSTELLUNGEN

Beim Aufstarten der Maschine werden alle Werte initialisiert. Die meiste Werte werden auf Null gesetzt.

AUSLESEN VON AKTIVEN MODALEN G_FUNKTIONEN

Mit G324 kann abgefragt werden, ob einer G-Funktion aktiv ist.
Mit G320 kann immer eine bestimmte Information abgefragt werden.

EINHEIT DES RESULTAT

Die Einheiten des Resultates für die Positionen ist mm oder Inch. Grad für Winkel.

ANWAHLNUMMER

G-Funktion	I1=Anwahlnummer		Resultat min—max.	Grundstellung
G7	Bearbeitungsebene schwenken			
	1	Raumwinkel A-Achse	-180--180°	0
	2	Raumwinkel B-Achse	-180--180°	0
	3	Raumwinkel C-Achse	-180--180°	0
G8	Werkzeug schwenken			
	4	Raumwinkel A-Achse	-180--180°	0
	5	Raumwinkel B-Achse	-180--180°	0
	6	Raumwinkel C-Achse	-180--180°	0

G9	Polpunkt (Maßbezugspunkt definieren)			
	7	Polarkoordinate X-Achse		0
	8	Polarkoordinate Y-Achse		0
	9	Polarkoordinate Z-Achse		0
Resultat von G17, G18, G19, G180 und G182				
	10	Erste Hauptachse	1--3	
	11	Zweite Hauptachse	1--6	
	12	Werkzeugachse	1--3 1=X, 2=Y, 3=Z, 4=A, 5=B, 6=C	
G25	Vorschub- und Spindeloverride wirksam			
	13	Vorschub und Spindeloverride aktive	0	
G26	Vorschub- und Spindeloverride nicht wirksam			
	13	Vorschub und Spindeloverride nicht aktive	1--3 1=F=100%, 2=S=100%, F und S=100%	
G27	Positionierfunktionen			
	14	Vorschub Bewegung (I3=)	0	
	15	Eilgang Bewegung (I4=)	0	
	16	Positionierlogik (I5=0	0	
	17	Akzelerationsminderung (I6=)	100%	
	18	Konturgenauigkeit (I7=0	MC765	
G28	Positionierfunktionen			
	14	Vorschub Bewegung (I3=)	0--1	
	15	Eilgang Bewegung (I4=)	0--1	
	16	Positionierlogik (I5=0	0--1	
	17	Akzelerationsminderung (I6=)	5—100%	
	18	Konturgenauigkeit (I7=0	0—10.000µm oder MC765	
G39	Aufmaß aktivieren/deaktivieren			
	19	Längenausmaß (L)		0
	20	Radiusaufmass (R)		0
G52	Palettennullpunktverschiebung			
	21	Nullpunktverschiebung in X-Achse		0
	22	Nullpunktverschiebung in Y-Achse		0
	23	Nullpunktverschiebung in Z-Achse		0
	24	Nullpunktverschiebung in A-Achse		0
	25	Nullpunktverschiebung in B-Achse		0
	26	Nullpunktverschiebung in C-Achse		0
G54	Standard Nullpunktverschiebung			
	27	Nullpunktverschiebung in X-Achse		0
	28	Nullpunktverschiebung in Y-Achse		0
	29	Nullpunktverschiebung in Z-Achse		0
	30	Nullpunktverschiebung in A-Achse		0
	31	Nullpunktverschiebung in B-Achse		0
	32	Nullpunktverschiebung in C-Achse		0
	33	Rotationswinkel	-180--180°	0

G92/G93	inkrementelle oder absolute Nullpunktverschiebung			
34	Nullpunktverschiebung in X-Achse			0
35	Nullpunktverschiebung in Y-Achse			0
36	Nullpunktverschiebung in Z-Achse			0
37	Nullpunktverschiebung in A-Achse			0
38	Nullpunktverschiebung in B-Achse			0
39	Nullpunktverschiebung in C-Achse			0
40	Rotationswinkel	-180--180°		0
Gesamte Nullpunktverschiebung (G52 + G54 + G92/G93)				
41	Nullpunktverschiebung in X-Achse			0
42	Nullpunktverschiebung in Y-Achse			0
43	Nullpunktverschiebung in Z-Achse			0
44	Nullpunktverschiebung in A-Achse			0
45	Nullpunktverschiebung in B-Achse			0
46	Nullpunktverschiebung in C-Achse			0
47	Rotationswinkel	-180--180°		0
G72	Spiegeln und Maßfaktor aktivieren			
48	Maßstab (Faktor oder %) Ebene (A4=)		1	
49	Maßstab (Faktor oder %) Werkzeugachse (A4=)		1	
50	Spiegeln in X-Achse		1	
51	Spiegeln in Y-Achse		1	
52	Spiegeln in Z-Achse		1	
53	Spiegeln in A-Achse		1	
54	Spiegeln in B-Achse		1	
55	Spiegeln in C-Achse		1	
G73	Spiegeln und Maßfaktor aktivieren			
48	Maßstab (Faktor oder %) Ebene (A4=)		0—100% oder Faktor	
49	Maßstab (Faktor oder %) Werkzeugachse (A4=)		0—100% oder Faktor abhängig von MC714	
	MC714	0= Bearbeitungsebene Faktor 1= Bearbeitungsebene Prozentuale 2= alle linear Achsen Faktor 3= alle linear Achsen Prozentuale		
50	Spiegeln in X-Achse	-1--1		
51	Spiegeln in Y-Achse	-1--1		
52	Spiegeln in Z-Achse	-1--1		
53	Spiegeln in A-Achse	-1--1		
54	Spiegeln in B-Achse	-1--1		
55	Spiegeln in C-Achse	-1--1		
System Achse Nummer bestimmt durch Maschinenkonstanten (MC103, MC105 usw.)				
56	X-Achse	0--6 0=nicht aktiv, 1—6 Achsenummer Z.B. Informationen für Achsenummer 1 stehen in die MC3100 und MC4700 Reihe. usw.		
57	Y-Achse	0--6		
58	Z-Achse	0--6		
59	A-Achse	0--6		
60	B-Achse	0--6		
61	C-Achse	0--6		

Beispiele

Beispiel: Abfragen von aktuellen G Daten und speichern des Wertes im E-Parameter.

```
N11 G320 I1=10 E11
N12 G320 I1=11 E12
N12 G320 I1=12 E13
```

Erläuterung:

N11: I1=10 Erste Hauptachse abfragen
E11 enthält das Resultat
E11 =1 X-Achse ist erste Hauptachse.

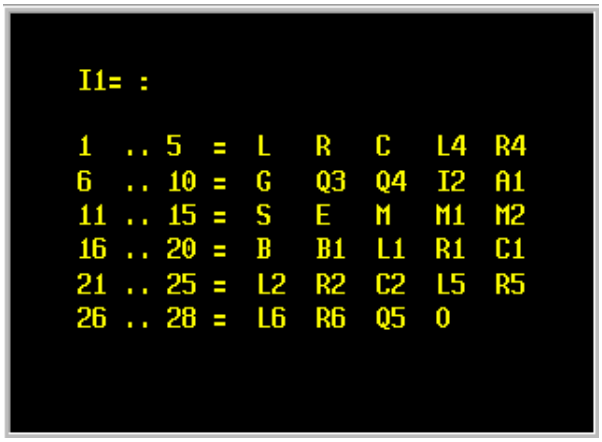
N12: I1=11 Zweite Hauptachse abfragen
E12 enthält das Resultat
E12 =2 Y-Achse ist zweite Hauptachse.

N13: I1=12 Werkzeugachse abfragen
E13 enthält das Resultat
E13 =1 Z-Achse ist Werkzeugachse.

6.4.3 G321 Abfrage Werkzeugtabelle

Zweck

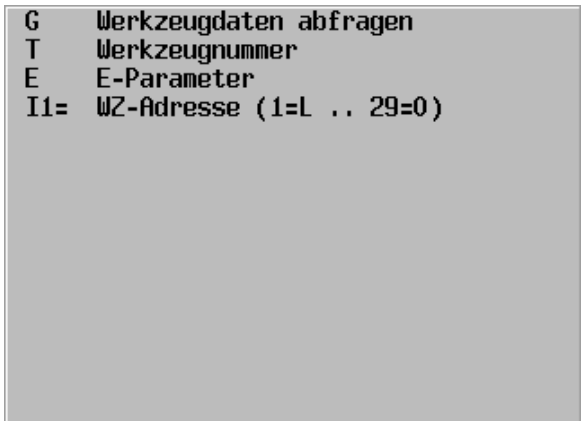
Abfrage von Werten aus der Werkzeugtabelle.



Format

N.. G321 T.. I1=.. E...

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGNUMMER UND POSITION
Die Werkzeugnummer (T) muss bekannt sein. Die Position (P) in der Werkzeugtabelle kann nicht abgefragt werden.

E-PARAMETER
Einer E-Parameter wird mit den Werten aus der Werkzeugtabelle belegt.

ABFRAGE DES WERKZEUGTABELLEN-WERTES OHNE WERT
Wenn der E-Parameter -999999999 enthält, ist die Adresse in der Werkzeugtabelle leer.

EINTEILUNG

I1=1	L	Werkzeuglänge
I1=2	R	Werkzeugradius
I1=3	C	Werkzeugeckenradius
I1=4	L4=	Aufmaß Länge
I1=5	R4=	Aufmaß Radius
I1=6	G	Graphik
I1=7	Q3=	Werkzeugtyp
I1=8	Q4=	Anzahl Werkzeugzähne
I1=9	I2=	Schneidrichtung
I1=10	A1=	Eintauchwinkel
I1=11	S	Werkzeuggröße
I1=12	E	Werkzeugstatus
I1=13	M	Werkzeugstandzeit
I1=14	M1=	Verbleibende Werkzeugstandzeit
I1=15	M2=	Werkzeugstandzeitüberwachung
I1=16	B	Werkzeugbruchtoleranz
I1=17	B1=	Werkzeugbruchüberwachung
I1=18	L1=	Erster zusätzliche Werkzeuglänge
I1=19	R1=	Erster zusätzlicher Werkzeugradius
I1=20	C1=	Erster zusätzlicher Werkzeugeckenradius
I1=21	L2=	Zweite zusätzliche Werkzeuglänge
I1=22	R2=	Zweiter zusätzlicher Werkzeugradius
I1=23	C2=	Zweiter zusätzlicher Werkzeugeckenradius
I1=24	L5=	Verschleißtoleranz Länge
I1=25	R5=	Verschleißtoleranz Radius
I1=26	L6=	Messversatz Länge
I1=27	R6=	Messversatz Radius
I1=28	Q5=	Werkzeug-Bruchüberwachungs-Zyklus (0-9999)
I1=29	O	Werkzeugorientierung (nur bei Option Drehbetrieb)

Beispiele

Beispiel : Programmsätze für das Abfragen der Werkzeugtabelle.

```
N30 G321 T10 I1=1 E1
N40 G321 T10 I1=2 E10
N50 G321 T10 I1=3 E20
N60 G321 T10 I1=4 E2
N70 G321 T10 I1=5 E11
N80 E3=E1+E2
N90 E12=E10+E11
```

Erläuterung:

N30 : G321 Lese Auftrag
- T (Werkzeugnummer)
- I1= Information über die Werkzeug-Adresse
- E1 E-Parameternummer
- L (Werkzeuglänge) wird im E-Parameter 1 gesetzt

N40 : R (Werkzeugradius) wird im E-Parameter 10 gesetzt

N50 : C (Werkzeugeckenradius) wird im E-Parameter 20 gesetzt (Wenn C keinen Wert hat, ist E20=-999999999)

N60 : L4 (Aufmaß Länge) wird im E-Parameter 2 gesetzt

N70 : R4 (Aufmaß Radius) wird im E-Parameter 11 gesetzt

N80 : Die richtige Werkzeuglänge (E3) ist L+L4 (E1+E2)

N90 : Der richtige Werkzeugradius (E12) ist R+R4 (E10+E11)

6.4.4 G322 Abfrage Maschinenkonstantenwerte

Zweck

Abfrage eines Maschinenkonstantenwerte und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G322 E.. N1=...

Parameter

G	Maschinenkonstanten abfragen
E	E-Parameter
N1=	Maschinenkonstantennummer

Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSLESEN VON MASCHINENKONSTANTEN OHNE WERT

Wenn in der Maschinenkonstantentabelle Adressen abgefragt werden, die nicht sichtbar sind, so wird der E-Parameter nicht geändert.

Beispiele

Beispiel : Auslese der Maschinenkonstante 103 und Speichern des Wertes im E-Parameter 10.

```
N... G322  N1=103  E10
```

Beispiel : Universelle Programmsätze, die für beide Nullpunkttabellentypen benutzbar sind.

```
N30 E5=... (Gemessene X Wert)
N40 E6=... (Gemessene Z Wert)
N50 G322 N1=84 E10
N60 G29 E1 N=90 E1=E10>0
N70 G150 N1=57 X7=E5 Z7=E6
N80 G29 E1 N=100 E1=1
N90 G150 N1=54.03 X7=E5 Z7=E6
```

Erläuterung:

- N50 : Maschinenkonstante 84 wird in E10 gesetzt
- N60 : Vergleichen ob MC84 > 0. Dann Sprung nach N90
- N70 : Ändern der Nullpunktverschiebungstabelle ZO.ZO
- N80 : Sprung nach N100
- N90 : Ändern der Nullpunktverschiebungstabelle Ze.Ze

6.4.5 G324 Abfrage aktuelle modale G-Funktion

Zweck

Abfrage aktuelle modale G-Funktion und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G324 I1=.. E...

Parameter

G	Modale G-Funktion abfragen
E	E-Parameter
I1=	G-Gruppe (1,2,usw.)

Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSLESEN VON GRUPPE OHNE WERT

Wenn die Gruppe oder die G-Funktion nicht besteht, wird der E-Parameter nicht geändert.

Gruppe Einteilung

Gruppe I1=	G-Funktion
1	G0, G1, G2, G3, G6, G9
2	G17, G18, G19
3	G40, G41, G42, G43, G44, G141
4	G53, G54, G54_I, G55, G56, G57, G58, G59
5	G64, G63
6	off, G81, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89, G98
7	G70, G71
8	G90, G91
10	G94, G95
11	G96, G97 (nur Drehen)
12	G36, G37 (nur Drehen)
13	G72, G73
14	G66, G67
15	Off, G39
16	G51, G52
17	G196, G199
19	G27, G28

20	G25, G26, G26_S, G26_F_S
21	Off, G9
22	G202, G201
24	G180, G182, G180_XZC
26	Off, G141
27	Off, G7
28	Off, G8
29	G106, G108 (Ab Version V501).

Ergebnisse

Allgemein ist das Ergebnis gleich dem Wert der modalen G-Funktion.

Zum Beispiel: G324 I1=3 ergibt, wenn G40 aktiv ist, als Ergebnis den Wert 40.

Ausnahmen sind:
- Off gibt Wert 0.
- G26_S, G26_F_S gibt 26.
- G54_I gibt 54.nn, wo nn des Index ist.
- G180_XYZ gibt 180.

Beispiele

Beispiel : Auslesen der G-Funktion (I1=2) und Speichern des Wertes im E-Parameter 10.

```
N... G324 I1=2 E10
```

Erläuterung:

I1=2: G-Funktion Gruppe 2 abfragen

E10 enthält das Resultat

E10 =17	G17 ist aktiv.
E10 =18	G18 ist aktiv.
E10 =19	G19 ist aktiv.

6.4.6 G325 Abfrage aktuelle modale M-Funktion

Zweck

Abfrage einer aktuelle modale M-Funktion und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G325 I1=.. E...

Parameter

G	Modale M-Funktion abfragen
E	E-Parameter
I1=	M-Gruppe (1,2,usw.)

Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSLESEN VON GRUPPE OHNE WERT

Wenn die Gruppe oder die M-Funktion nicht besteht, wird der E-Parameter nicht geändert.

Gruppe Einteilung

Gruppe I1=	M-Funktion
1	off, M5, M3, M4, M19
2	off, M40, M41, M42, M43, M44
3	M9, M7, M8
4	off, M17, M18, M19
5	off, M10, M11
6	off, M22, M23
7	off, M32, M33
8	off, M55
9	off, M51, M52
10	off, M53, M54
11	off, M56, M57, M58
12	off, M72, M73
13	off, M1=..

BEDEUTUNG M-FUNKTIONEN

Einige dieser M-Funktionen sind Basis M-Funktionen und sind im Kapitel M-Funktionen beschrieben. Die anderen sind Maschinenabhängige M-Funktionen. Für eine Beschreibung siehe das Maschinenbauerhandbuch.

KOMBINIERTE M-FUNKTIONEN (M13 und M14).

M13 und M14 sind kombinierte M-Funktionen. (M13=M3 + M8). Dieser Funktionen müssen durch zwei Sätzen bestimmt werden.

N... G325 I1=1 E10.
N... G325 I1=3 E11
Wenn E10=3 und E11=8, dann ist M13 aktive.

Ergebnisse

Allgemein ist das Ergebnis gleich dem Wert der modalen M-Funktion.

Zum Beispiel: G325 I1=2 ergibt, wenn M40 aktiv ist, als Ergebnis den Wert 40.

Ausnahmen sind:
Off gibt Wert 0.

Beispiele

Beispiel : Auslesen der M-Funktion (I1=1) und Speichern des Wertes im E-Parameter 10.

N... G325 I1=1 E10

Erläuterung:

I2=1: M-Funktion Gruppe 1 abfragen
E10 enthält das Resultat
E10 =5 M5 ist aktiv.

6.4.7 G326 Abfrage aktuelle Achspositionswerte

Zweck

Abfrage eines aktuellen Achspositionswerte und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G326 {X7=..} {Y7=..} {Z7=..} {A7=..} {B7=..} {C7=..} {I1=..} {I2=..}

Parameter

```
G    Aktuelle Position abfragen
X7=  E-Parameter für X-Position
Y7=  E-Parameter für Y-Position
Z7=  E-Parameter für Z-Position
A7=  E-Parameter für A-Position
B7=  E-Parameter für B-Position
C7=  E-Parameter für C-Position
I1=  0=Werkst. 1=Masch. 2=RPF
I2=  0=programmierte, 1=aktuelle
```

I1=	0	Position bis Werkstücknullpunkt (Grundstellung)
	1	Position bis Maschinennullpunkt
	2	Position bis Referenzpunkt
I2=	0	Programmierter Wert (Grundstellung)
	1	Aktueller Wert

Hinweise und Verwendung

ABFRAGEN VON NICHT ANWESENDEN ACHSEN

Wenn die Achse nicht vorhanden ist, wird der E-Parameter mit –999999999 gefüllt.

AUFRAGEN BEI GRAPHISCHER SIMULATION

Bei graphischer Simulation wird die X-, Y- und Z-Achse richtig abgefragt. Die Drehachsen bleiben Null.

Beispiele:

Beispiel: Abfragen aktuelle Achspositionswerte von X, Y und Z und Speichern der Werte in die E-Parameter 20, 21 und 22.

```
N... G326 X7=20 Y7=21 Z7=22
```

Beispiel : Programm Fortsetzung nach Universellem Taschenfräszyklus.

```
N30 G202
N40 G326 X7=20 Y7=21 I1=0 I2=0
N50 G29 E1 N=90 E1=E20>100
N60 G29 E1 N=90 E1=E20<-100
N70 G0 X-110
N80 G0 Y 100
```

Erläuterung:

N30 : Ende Taschenfräszyklus
N40 : Unbekannte aktuelle Endposition von X und Y
N50 : Wenn aktuelle X-Position >100, dann Sprung zu N90
N60 : Wenn aktuelle X-Position <-100, dann Sprung zu N90
N70 : G0 Bewegung nach X-110, wenn die aktuelle X-Position zwischen 100 und –100 liegt.
Auf diese Weise kann man zum Beispiel ein Hindernis umgehen
N80: Weitere Ausweichbewegung

6.4.8 G327 Abfrage aktuelle Betriebsart

Zweck

Abfrage aktuelle Betriebsart und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G327 I1=.. E...

Parameter

Art der Funktion

nicht modal

Gruppe Einteilung

Gruppe I1=	Betriebsart	
1	Easy Operate	0 = nicht aktiv, 1=aktiv
2	Einzelsatz	0 = nicht aktiv, 1=aktiv
3	Graphik	0 = nicht aktiv, 1=aktiv
4	Testlauf	0 = nicht aktiv, 1=aktiv
5	Suchen (search)	0 = nicht aktiv, 1=aktiv
6	Demo	0 = nicht aktiv, 1=aktiv

Beispiele

Beispiel : Auslesen der Betriebsart (I1=1) und Speichern des Wertes im E-Parameter 10.

N... G327 I1=1 E10

Erläuterung:

I1=1: Kontrollieren ob Easy Operate aktiv ist.
E10 enthält das Resultat: 0= nicht aktiv, 1=aktiv.

6.4.9 G329 Abfrage eines programmierbaren kinematischen Elementes

Zweck

Abfrage programmierbare kinematische Elemente und speichern dieser Werte in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G329 N1=.. E...

Parameter

Hinweise und Verwendung

Siehe auch Kapitel: **15.1.3** "kinematische Modell" auf Pagina.682.

PROGRAMMIERBARE KINEMATISCHE ELEMENTE

Ein Kinematisches Element wird durch eine Gruppe von 4 Maschinenkonstanten definiert.
Der Maschinenhersteller kann eingeben, ob ein bestimmtes kinematisches Element programmierbar ist. Dazu sollte die dritte Maschinenkonstante der Gruppe (MC602, MC606 und so weiter) den Wert 2 haben.
Die Werte dieser programmierbaren kinematischen Elementen können über G339 programmiert werden. Dabei wird der Wert der vierten Maschinenkonstante der Gruppe (MC603, MC607 und so weiter) überschrieben.

NUMMER PROGRAMMIERBARE KINEMATISCHE ELEMENTE

Definiert die Nummer des programmierbaren Elementes des kinematischen Modells, die abgefragt wird. Der Wert liegt zwischen 1 und 10.

Beispiele

Auslesen eines programmierbaren kinematischen Elementes und speichern des Wertes im E-Parameter.

N... G329 N1=1 E10

Erläuterung:

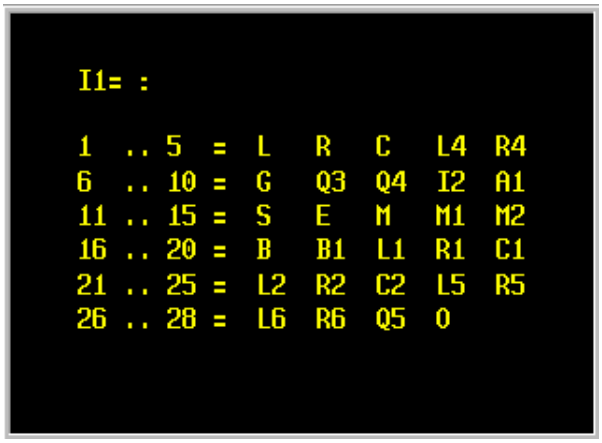
E10 enthält den Inhalt des programmierbaren kinematischen Elementes 1 (in mm oder Inch)

6.5 Schreib Funktionen

6.5.1 G331 Schreiben in die Werkzeugtabelle

Zweck

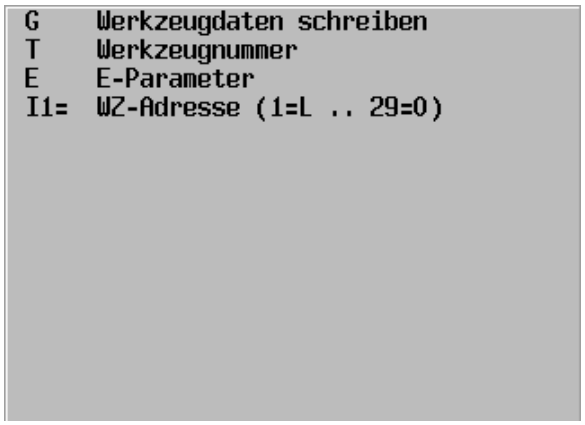
Schreiben von Werten in die Werkzeugtabelle.



Format

N... G331 T.. I1=.. E...

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGNUMMER UND POSITION
Die Werkzeugnummer (T) muss bekannt sein. Die Position (P) in der Werkzeugtabelle kann nicht geändert werden.

E-PARAMETER
Eine E-Parameter wird in die Werkzeugtabelle geschrieben.

SCHREIBEN DES WERKZEUGTABELLEN-WERTES OHNE WERT

Wenn der E-Parameter -999999999 enthält, wird die Adresse in der Werkzeugtabelle leer.

NEUE INFORMATION AKTIVIEREN

Das geänderte Werkzeug Information muss nach dem Schreiben neu aktiviert werden. (T.. M67)

EINTEILUNG

I1=1	L	Werkzeuglänge
I1=2	R	Werkzeugradius
I1=3	C	Werkzeugeckenradius
I1=4	L4=	Aufmaß Länge
I1=5	R4=	Aufmaß Radius
I1=6	G	Graphik
I1=7	Q3=	Werkzeugtyp
I1=8	Q4=	Anzahl Werkzeugzähne
I1=9	I2=	Schneidrichtung
I1=10	A1=	Eintauchwinkel
I1=11	S	Werkzeuggröße
I1=12	E	Werkzeugstatus
I1=13	M	Werkzeugstandzeit
I1=14	M1=	Verbleibende Werkzeugstandzeit
I1=15	M2=	Werkzeugstandzeitüberwachung
I1=16	B	Werkzeugbruchtoleranz
I1=17	B1=	Werkzeugbruchüberwachung
I1=18	L2=	Erster zusätzliche Werkzeuglänge
I1=19	R2=	Erster zusätzlicher Werkzeugradius
I1=20	C2=	Erster zusätzlicher Werkzeugeckenradius
I1=21	L3=	Zweite zusätzliche Werkzeuglänge
I1=22	R3=	Zweiter zusätzlicher Werkzeugradius
I1=23	C3=	Zweiter zusätzlicher Werkzeugeckenradius
I1=24	L5=	Verschleißtoleranz Länge
I1=25	R5=	Verschleißtoleranz Radius
I1=26	L6=	Messversatz Länge
I1=27	R6=	Messversatz Radius
I1=28	Q5=	Werkzeug-Bruchüberwachungs-Zyklus (0-9999)
I1=29	O	Werkzeugorientierung (nur Drehen)

Der Werkzeugkommentar kann nicht geändert werden.

Beispiel

```
N10 E5=100 (Werkzeuglänge)
N11 E6=10  (Werkzeugradius)
N12 E7=-999999999 (Werkzeugeckenradius)
N13 E8=0 (Aufmaß Länge)
N14 E9=0 (Aufmaß Radius)

N20 G331 T10 I1=1 E5
N21 G331 T10 I1=2 E6
N22 G331 T10 I1=3 E7
N23 G331 T10 I1=4 E8
N24 G331 T10 I1=5 E9

N30 T10 M67
N..
N40 E8=0.3 (Länge Aufmaß)
N41 G331 T10 I1=4 E8

N50 T10 M67
```

Erläuterung:

N10 : L (Werkzeuglänge) wird im E-Parameter 5 gesetzt
N11 : R (Werkzeugradius) wird im E-Parameter 6 gesetzt
N12 : C (Werkzeugeckenradius) wird im E-Parameter 7 gesetzt (Wenn C kein wert hat, muss E7=-999999999 werden)
N13 : L4 (Aufmaß Länge) wird im E-Parameter 8 gesetzt
N14 : R4 (Aufmaß Radius) wird im E-Parameter 9 gesetzt

N20 : L (Werkzeuglänge) Schreiben des E-Parameter 5 in die Werkzeugtabelle
N21 : R (Werkzeugradius) Schreiben des E-Parameter 6 in die Werkzeugtabelle
N22 : C (Werkzeugeckenradius) Schreiben des E-Parameter 7 in die Werkzeugtabelle
N23 : L4 (Aufmaß Länge) Schreiben des E-Parameter 8 in die Werkzeugtabelle
N24 : R4 (Aufmaß Radius) Schreiben des E-Parameter 9 in die Werkzeugtabelle

N30 : Werkzeug muss mit den geänderten Informationen aktiviert werden.

N40 : L4 (Aufmaß Länge) E-Parameter 8 wird auf 0.3 gesetzt.
N41 : L4 (Aufmaß Länge) Schreiben des E-Parameter 8 in die Werkzeugtabelle

N50 : Werkzeug muss wieder mit der geänderten Information aktiviert werden.

6.5.2 G339 Schreiben eines programmierbaren kinematischen Elementes

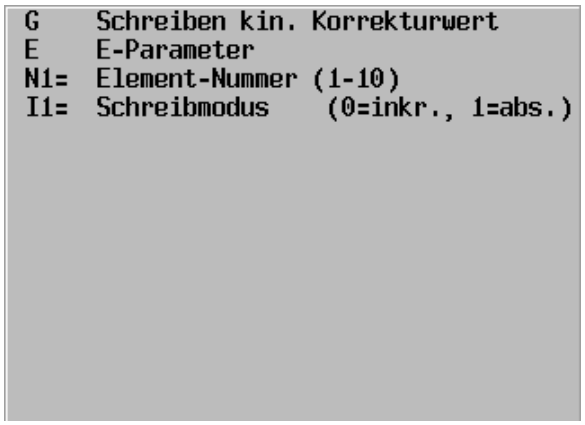
Zweck

Schreiben programmierbare kinematischen Elemente.

Format

N... G339 N1=.. E... {I1=...}

Parameter



Hinweise und Verwendung

Siehe auch Paragraph: 15.1.3 "kinematische Modell" auf Pagina 682.

PROGRAMMIERBARE KINEMATISCHE ELEMENTE

Ein Kinematisches Element wird durch eine Gruppe von 4 Maschinenkonstanten definiert.
Der Maschinenbauer kann eingeben ob ein bestimmtes kinematisches Element programmierbar ist. Dazu sollte die dritte Maschinenkonstante von der Gruppe (MC602, MC606 und so weiter) den Wert 2 haben.
Die Werte dieser programmierbaren kinematischen Elemente können über G339 programmiert werden. Dabei wird der Wert der vierten Maschinenkonstante der Gruppe (MC603, MC607 und so weiter) überschrieben.

NUMMER PROGRAMMIERBARE KINEMATISCHEN ELEMENTE

Definiert die Nummer des programmierbaren Elementes des kinematischen Modells, die geschrieben wird. Der Wert liegt zwischen 1 und 10.

SCHREIBWEISE

Die Schreibweise "Inkrementell" (Grundstellung) bedeutet, dass der programmierte Wert zum bestehenden Wert addiert wird.
Die Schreibweise "absolut" bedeutet, dass der bestehende Wert mit dem programmierten Wert überschrieben wird.

Die programmierten Werte bleiben im kinematischen Modell erhalten und werden nach M30, <Programm Abbruch> oder <CNC Rücksetzen> nicht zurück gesetzt.

Beispiel: Schreiben eines programmierbaren kinematischen Elementes.

Im kinematischen Modell ist ein Rundtisch definiert. Dieser Rundtisch ist für jede X-Achse durch zwei kinematische Elemente definiert. Das Erste ist durch den Maschinenhersteller festgelegt und bestimmt die Position des Rundtisches. Das Zweite ist ein programmierbares Element. Hier kann nach Messen der genauen Position, diese Position im kinematischen Modell korrigiert werden.

```
N100 G145... (Messen)
N105 (alle Parameter Berechnungen)
N110 G339 N1=1 E10 I1=1
```

Erläuterung:

N100	Messen der genauen Position.
N110	Der Inhalt von E10 wird in das erste programmierbare kinematische Element geschrieben.

6.6 Formatierte Schreib Funktionen

Bisher waren nur Schreibfunktionen zum internen Speicher möglich.

Nun ist es möglich:
- zum Bildschirm zu schreiben.
- zum Dateien auf die Festplatte zu schreiben.
- einen Bereich (Array) zu füllen.
- aus einem Bereich (Array) eine Zahl zu lesen.

Konfigurationsdatei

Für diese Funktionen sind Konfigurationsdateien nötig, die umschreiben, wie und wo geschrieben oder gelesen werden kann.
Diese Konfigurationsdateien werden auf der Festplatte gespeichert und bei Systemstart eingelesen.

Zwei Konfigurationsdateien sind möglich.

1) Datei zum Definieren eines Bereiches (Array).
   ARRnnnnn.CFG nnnnn ist Dateinummer von 1 bis zum 99999.

2) Datei zum Definieren einer Printdatei.
   D:\STARTUP|CYCLES\FORMnnnn.CFG nnnn ist Dateinummer von 1 bis zum 9999.

Übersicht:

6.1 Konfigurationsdatei zum Definieren eines Bereiches (Array).
6.2 Lesen aus Bereich (Array).
6.3 Konfigurationsdatei zum Definieren eine Printdatei.
6.4 Schreiben zu Fenster G350
6.5 Schreiben zu Datei G351

6.6.1 Datei zum definieren eines Bereiches (Array).

Ein Bereich (Array) wird durch eine Konfigurationsdatei definiert. Dieser wird beim das Aufstarten des System aktiviert.

Es können maximal 10 Bereichen (Arrays) definiert werden. Der Bediener kann selbst Dateien definieren.

Die Bereichsgröße (Array) beträgt maximal 5000 Elementen.

Mit arrayread(nnnnn, Reihe, Kolumne) kann ein Element aus einem Bereich (Array) gelesen werden.

Wenn ein Element gelesen wird, das nicht existiert, bekommt man den Wert -999999999.

Beschreibung Konfigurationsdatei Bereich (Array):

```
;Kommentar start mit ein ';'
;
;Sektions:
;[element]                          definiert ein Element im Bereich (Array)
;row     =      Reihenummer         wobei Reihenummer = [1|...|9999]
;col     =      Kolomnnummer        wobei Kolomnnummer = [1|...|9999]
;                                   Reihe * Kolomn <= 5000
;val     =      Wert                wobei Wert = real number (double)
;
```

Beispiel: Konfigurationsdatei Bereich (Array).

ARRnnnnn.CFG

```
[element]
row     =      1
col     =      1
val     =      0              ; Element (1,1).=.0

[element]
row     =      3
col     =      66
val     =      397.01         ; Element (3,66) = 397.01




[element]
row     =      9999           ;maximale Riehengrösse
col     =      9999
val     =      -123456789.123456789
```

6.6.2 E-Parameter Bereich (Array)

Mittels einer Konfigurationsdatei können mehrere Bereiche (Arrays) gefüllt werden. Dieser Bereiche (Array) können mittels E-Parameter ausgelesen werden. Für die Unwuchterfassung werden damit die Eichkurven eingelesen und interpoliert.

arrayread (ArrayNummer, Reihe, Kolumne)

wobei:

ArrayNummer	gibt die Nummer des Bereiches (Array) an. Jeder Bereich (Array) hat seine eigene Konfigurationsdatei. ArrayNummer zwischen 1 und 89999.
Reihe	gibt die Reihennummer im Bereich (Array) an, die gelesen werden soll. Reihe zwischen 1 und 999999.
Kolumne	gibt die Position in der Reihe des Bereiches (Array) an, die gelesen werden soll. Kolumne zwischen 1 und 999999.

Mit der Funktion arrayread können feste Bereiche (Array) gelesen werden. Die Bereiche (Array) über eine Konfigurationsdatei (D:\STARTUP\CYCLES\ARRnnnnn.CFG) gefüllt

Leere 'Elemente' der Bereiche (Array) haben den Wert <–999999999>.

Beispiel arrayread

```
E300 = arrayread(100,1,2)
E300 hat den Wert von Bereich (Array) 100, Reihe 1, Platz 2
```

6.6.3 Konfigurationsdatei zum Definieren einer Datei oder eines Fensters (Anzeige / Eingabe).

Eine Printdatei wird durch einer Konfigurationsdatei definiert. Diese wird beim Aufstarten des System aktiviert.

Maximal 10 Dateien können definiert werden. Der Bediener kann selbst Dateien definieren.

Die Dateigröße ist unbeschränkt.

Beschreibung Konfigurationsdatei Printdatei:

```
:Kommentar start mit ein ';'
;
;Sections:
Nur für ein Fenster:
;[window]                          definiert anwesendes Fenster
;number=      windowId             wobei windowId =      1 = output, center, 5x40
;                                                        2 = input, center, 1x40;
;                                                        3 =  graphic, above dashboard

;[file]                            definiert Datei (nur für G351')
;name  =      Dateiname            wobei Dateiname ist 8.3 ASCII-Karaktern.
;                                          Das Verscheichnis ist immer D:\STARTUP\
;

;[string]                          definiert Position und Inhalt von der Satzes.
;line    =    Zeilennummer         wobei Zeilennummer = [1|...|n]   Grundstellung = 1
;position=    Positionnummer       wobei   Positionnummer = [1|...|n]   Grundstellung = 1
;gb      =    "string"             wobei Satz ist <n> ASCII-Karaktern
;d       =    "string"
;                                  Tekste sind fur verschiedene Sprachen definiert
;                                  Kode gb=, d=, f= .. oder Sprache unabhangig definiert mit: txt =
;
;[value]                           definiert Position, Format und E-parameter vor dem Wert
;line    =    Zeilenummer
;position=    Positionnummer
;eparam=      E-Parameter          wobei E-Parameternummer = [1|...|1250]
;form    =    digitDecimal         wobei digitDecimal = <digits>.<decimals>
;sign    =    yesNo                wobei yesNo =  y = space for negative values
;                                                 n = no space for negative values
;
Nur für Eingabefenster:
;[input]                           definiert Position, Format und E-Parameter dem Eingabefeld
;                                  nur für G350 und windowId = 2
;                                          nur eine [input] SeKtion ist gestattet
;line    =    Zeilennummer
;position=    Positionnummer
;eparam=      E-Parameternummer    wobei E-Parameternummer = [1|...|1250]
;form    =    digitDecimal         wobei digitDecimal = <digits>.<decimals>
;sign    =    yesNo                wobei yesNo =  y = Raum fur negative Wert
;                                                 n = keine Raum fur negative wert
```

6.6.4 G350 Schreiben ins Fenster

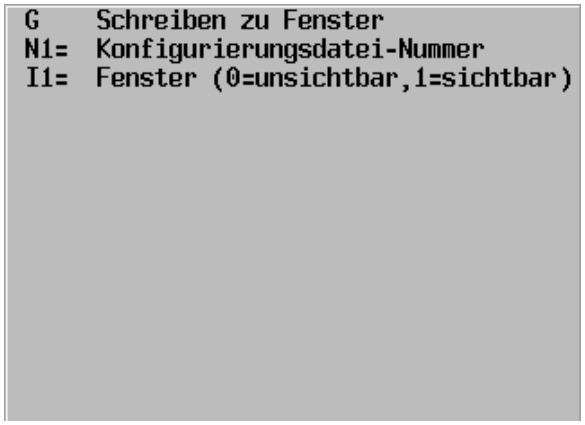
Zweck

Mittels E-Parameter und einer Konfigurationsdatei können bestimmte Zeilen und Werte in ein Fenster geschrieben werden. Auch kann auf eine bestimmte Eingabe gewartet werden. Für die Unwuchterfassung kann damit das Ergebnis an den Bediener gemeldet werden.

Format

N... G350 N1=.. I1=...

Parameter



N1= Definiert die Konfigurationsdatei <'D:\STARTUP\CYCLES'\FORMnnnn.CFG> die für das Format, Zeilen und E-Parameter verwendet werden, die geschrieben werden. Dateinummer zwischen 1 und 8999.

I1= 0 = Fenster ist nicht sichtbar.
1 = Fenster ist sichtbar.

Hinweise und Verwendung

Mit G350 kann man ein vorab definiertes Fenster sichtbar machen. Die Texte im Fenster sind fest definiert. Die Werte werden nach dem definierten E-Parameter kontinuierlich aktualisiert.
Wenn ein Eingabefeld definiert ist, wartet die Steuerung mit die Programmausführung bis die Eingabe fertig und <Start> gedrückt ist. Es kann nur ein Eingabefenster gleichzeitig aktiv sein.

Bis jetzt sind 3 Fenster definiert:

Nummer	Fenstertyp	Betriebsart	Position	Größe
1	Anzeige	Handbetrieb Automatik	Rechte Seite Bildschirm Oben 'Dashboard'	14 Zeilen, 35 Zeichen
2	Eingabe	Handbetrieb Automatik	Rechte Seite Bildschirm Oben 'Dashboard'	1 Zeile, 35 Zeichen
3	Grafik	Handbetrieb Automatik	Bis Maschinenfunktionstasten Oben 'Dashboard'	14 Zeilen, 70 Zeichen

Siehe auch Konfigurationsdatei.

Das Fenster erscheint in der Grafik, aber nicht während des Satzsuchens
Das Fenster wird nach M30 und <Programm abbrechen> unsichtbar.

Beispiel Schreiben ins Fenster

```
N1 E300=8              Lochnummer
N2 E301=5              Nummer
N3 E350=6              Vorschlag für Eingabewert

N10.. G350 N1=6789     Schreiben ins Fenster
                       Datei D:\STARTUP\CYCLES\FORM6789.CFG wird benützt
N

; Das Fenster wird:
        +-----------------------------------+
        ¦Bohrbild                           ¦
        ¦---------------------------------- -¦
        ¦Locher   8    Nummer    5         ¦
        ¦                                   ¦
        ¦Neustart bei Nummer  |||           ¦
        +-----------------------------------+
```

Nach der Eingabe des Bedieners ist E350 geändert.

Konfigurationsdatei Anzeige Fenster.

FORM6789.CFG

```
[window]
number =    1       ;Benützt Fensternummer 1 von der anwesenden Fenstern.

[string]
line    =   1
gb      =   "drilling pattern"
d       =   "Bohrbild"

[string]
line    =   2
txt     =   '----------------------------------'

[string]
line    =   3
gb      =   "holes"
d       =   "Locher"

[value]
line    =   3
position =  8       ;Print Wert in Feld auf Position 8 und weiter
eparam =    300     ;E-Parameter E300 enthält den Wert
form    =   3.0     ;Format 3 Ziffern und 0 decimals
sign        n       ;Kein Platz für Zeichen reserviert.

[string]
line    =   3
position =  17      ;Print Wert auf Position 17 und weiter
gb      =   "number"
d       =   "Nummer"

[value]
line    =   3
position =  26      ;Print Wert im Feld auf Position 26 und weiter
eparam =    301     ;E-Parameter E301 enthält den Wert
```

```
form    =       3.0     ;Format 3 Ziffern und 0 decimals
sign    =       n       ;Kein Platz für Zeichen reserviert.

[string]
line    =       4
txt     =       '---------------------------------'

[string]
line    =       5
gb      =       "restart at number:"
d       =       "Neustart bei Nummer:"

[input]
line    =       5
position =      26      ;Definiere Eingabe Feld auf Position 26 und weiter
eparam =        350     ;E-Parameter E350 macht einen Vorschlag für der Eingabewert
                        ;und enthält später die Eingabe des Bedieners
form    =       3.0     ;Format 3 Ziffern und keine decimalstelle
sign    =       n       ;Kein Platz für Zeichen reserviert.
```

6.6.5 G351 Schreiben in eine Datei

Zweck

Mittels E-Parameter und einer Konfigurationsdatei können bestimmte Zeilen und Werte als Textdatei auf D:\Startup\ geschrieben werden. Für die Unwuchterfassung können damit die Eichkurven erstellt werden.

Format

N... G351 N1=.. I1=...

Parameter

N1= Definiert die Konfigurationsdatei <'Verzeichnis'\FORMnnnn.CFG> die für das Format, Zeilen und E-Parameter verwendet wird, die geschrieben werden. Dateinummer zwischen 1 und 9999.
Das Verzeichnis kann jedes 'Cycle Design' Verzeichnis sein.
Die Konfigurationsdatei ist gleich wie beim Schreiben ins Fenster, nur werden die 'Sektion' [window] und [Input] ignoriert.

I1= Gibt an, ob die Daten am Ende einer bestehenden Datei angefügt werden, oder ob, eine gegebenenfalls bestehende Date, überschrieben wird. <0> ist anfügen.

Hinweise und Verwendung

G351 schreibt die Zeilen und Werte der Konfigurationsdatei und der E-Parameter auf die Festplatte.

Maximal 50 Zeilen von 255 Zeichen können gleichzeitig geschrieben werden.

Die Datei wird nicht im Grafik und während Satzsuchen geschrieben.

Beispiel Protokollieren von Messdaten und Schreiben in eine Datei

Ein Taschenradius im Programm wird gemessen

Folgende Daten, die im E-Parameter zu Verfügung stehen, müssen protokolliert werden:

```
N10 (Messung wird in den Sätzen N12 bis N16 programmiert;)
N11 (Hier als Beispiel nur die Ergebnisse von z.B. Messzyklus G145)
N12 E50=34.1        (Sollwert)          (Eingetragen)
N13 E51=34.05       (untere Toleranz)   (Eingetragen)
N14 E52=34.15       (obere Toleranz)    (Eingetragen)
N15 E53=34.108      (Istwert)           (Gemessen)
N16 E54=0.008       (Differenz)         (Berechnet)

N20 G351 N1=0002 I1=0 (Datei schreiben)
                      Datei D:\STARTUP\CYCLES\FORM0002.CFG wird benützt
                      I1=0  ist anfügen
```

Die Datei Messdat.txt wird:

```
Radius
Sollwert =          34.1
Untere Toleranz =34.5
Obere Toleranz = 34.5
Istwert =           34.108
Differenz =         0.008
*****************************
```

Konfigurationsdatei Protokollieren von Messdaten

FORM0002.CFG

```
;*********************************************************************
; CFG Datei zum Schreiben von Messdaten
;*********************************************************************

;---- Name der Datei die Startup geschrieben wird --------
[file]
name            = Messdat.txt

;---- Art der Messung ------------------------------
[string]
line            = 1
position        = 1
d               = Radius

;---- Sollwert -------------------------
[string]
line            = 2
position        = 1
d               = Sollwert =

[value]
line            = 2
position        = 20
eparam          = 50
form            = 4.3
sign            = y

;---- Untere Toleranz -------------------------
```

```
[string]
line            = 3
position        = 1
d               = Untere Toleranz =

[value]
line            = 3
position        = 20
eparam          = 51
form            = 4.3
sign            = y

;---- Obere Toleranz -------------------------
[string]
line            = 4
position        = 1
d               = Obere Toleranz =

[value]
line            = 4
position        = 20
eparam          = 52
form            = 4.3
sign            = y

;---- Istwert --------------------------
[string]
line            = 5
position        = 1
d               = Istwert =

[value]
line            = 5
position        = 20
eparam          = 53
form            = 4.3
sign            = y

;---- Differenz ------------------------
[string]
line            = 6
position        = 1
d               = Differenz =

[value]
line            = 6
position        = 20
eparam          = 54
form            = 4.3
sign            = y

;---------------------------------------
[string]
line            = 7
d               = ****************************************************
```

7. Werkzeugmesszyklen für Lasermessen

7.1 Allgemeine Hinweise

VERFÜGBARKEIT

Maschine und Steuerung müssen vom Maschinenhersteller für das Messgerät vorbereitet sein. Stehen an ihrer Maschine nicht alle hier beschriebene G-Funktionen zur Verfügung, beachten Sie dann ihr Maschinenhandbuch.

PROGRAMMIERUNG

Bevor eine der G600-G604 Funktionen angerufen wird, muss M24 (Messgerät einschalten) programmiert werden, wodurch das Messgerät eingeschaltet und gegebenenfalls in die richtige Messposition geschwenkt wird.
Am Ende muss M28 (Messgerät ausschalten) programmiert werden, wodurch das Messgerät wieder eingezogen wird.

MASCHINENKONSTANTEN

Die G-Funktion und zugehörige Maschinenkonstanten werden über folgende Maschinenkonstanten aktiviert.

MC 261 >0: Messzyklus-Funktionen
MC 254 >0: Werkzeug messen
MC 840 =1: Messtaster anwesend
MC 854 =1: Werkzeug Messgerät Typ (0=keine, 1=Laser, 2=TT130)
MC 859 =1: Signal Typ zweiter Taster (nur für V410)

Neue Maschinenkonstanten

MC 350 Tasterposition 1. Achse negativ µm
MC 351 Tasterposition 1. Achse positiv µm
MC 352 Tasterposition 2. Achse negativ µm
MC 353 Tasterposition 2. Achse positiv µm
MC 354 Tasterposition 3. Achse negativ µm
MC 355 Tasterposition 3. Achse positiv µm

MC 350 bis MC 355 sind Bediener-Maschinenkonstanten und werden beim Kalibrieren gefüllt.

MC 356 Achsnummer für Radialmessen: 1=X, 2=Y, 3=Z
MC 357 Werkzeugachse-Nummer für Messen: 1=X, 2=Y, 3=Z
MC 358 Messen: 3. Achse 0=nein, 1=Ja
MC 359 Radiale Antastseite: -1=neg, 0=aut, 1=pos

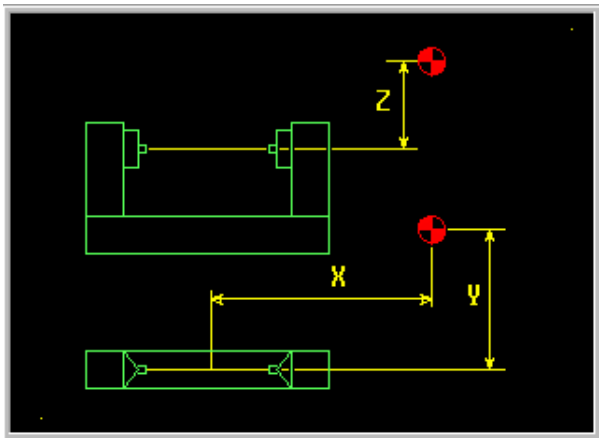
MC 360 -- MC 369 sind für ein zweites Lasermessgerät in einem anderen Arbeitsbereich oder einer Vorsatzspindel vorgesehen. Welches Bereich benützt wird, wird über die IPLC bestimmt.

MC 370 Maximum Werkzeugradius µm
MC 371 Maximum Werkzeuglänge µm
MC 372 Freiraum unter dem Laserstrahl µm
MC 373 Freiraum hinter dem Laserstrahl µm

7.2 G600 Lasersystem: Kalibrieren

Zweck

Ermitteln der Position des Lasermessgeräts und speichern dieses Positionswertes in die dazu vorgesehenen Maschinenkonstanten.



Format

N... G600 {X... Y... Z...} {S...} {I1=..}

Parameter

G	Lasersystem: Kalibrieren
X	Meßpunkt (wahlweise)
Y	Meßpunkt (wahlweise)
Z	Meßpunkt (wahlweise)
S	Spindeldrehzahl (U/min)
I1=	Rundlauf ermitteln 0=nein 1=ja

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G600, G602, G603, G604

Hinweise und Verwendung

RUNDLAUFFEHLER ERMITTELN (I1=)

Mit dem Adresse I1= kann bestimmt werden ob der Rundlauffehler gemessen und in die Werkzeugtabelle beim Kalibrierwerkzeug gespeichert werden soll. Es wird empfohlen die Rundlauffehler einmalig mit einem sauberem Kalibrierdorn zu ermitteln.

I1= 0 Rundlauffehler nicht ermitteln (Grundstellung)
1 Rundlauffehler ermitteln

Der radiale Rundlauffehler wird unter R4= in den Werkzeugspeicher geschrieben.

Der axiale Rundlauffehler wird unter L4= in den Werkzeugspeicher geschrieben und die Länge L wird um den L4-Wert reduziert. Die Summe L+L4 bleibt konstant.

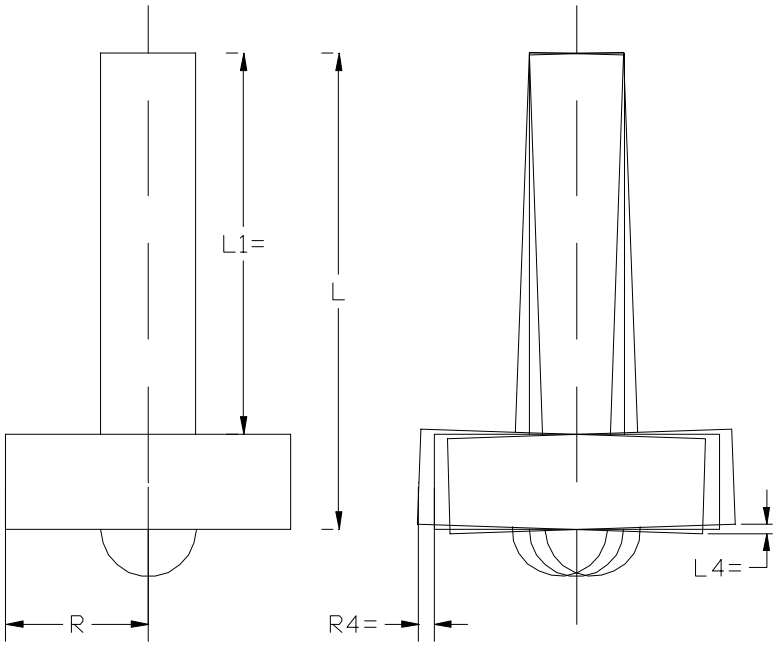
KALIBRIERDORN, ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Die Maße des Kalibrierdorns werden in den Werkzeugspeicher eingetragen.

L Länge des Kalibrierdorns (Unterseite des zylindrischen Teiles)
R Radius
L1= Zweite Länge (Oberseite des zylindrischen Teiles)
Die zweite Länge L1= wird nicht eingetragen, wenn ein vollzylindrischer Kalibrierstift verwendet wird. In diesem Fall wird nur die Oberseite des Laserstrahls kalibriert.

Die Rundlauffehler R4 und L4 des Kalibrierdorns werden vom Kalibrierzyklus in den Werkzeugspeicher geschrieben.

R4= Radiale Rundlauffehler des Kalibrierdorns.
L4= Axiale Rundlauffehler des Kalibrierdorns.



Definition Kalibrierwerkzeug im Werkzeugspeicher.

POSITION DES MESSGERÄTES

Beim Kalibrieren wird die genaue Position des Messgeräts gemessen und in MC350-MC355 gespeichert. Die gespeicherte Werte beziehen sich auf dem Referenzpunkt der Maschine.

Beim Bestimmen der Position des Messgeräts für die Kalibrierung, muss die Mitte der Unterkante des Stifts (Maß L) im Lichtstrahl (+/- 5 mm) gesetzt werden.

X, Y, Z ist die globale Position (+/- 5 mm genau) des Messgerätes, bezogen auf den Maschinennullpunkt.
Wenn X, Y oder Z nicht eingetragen sind, werden die kalibrierten Positionen aus den Maschinenkonstanten benutzt.

- Eventuelle Rundachsen werden nicht berücksichtigt oder positioniert.
- Nullpunktverschiebungen dürfen nicht aktiv sein, wenn X, Y oder Z eingetragen sind.
- Freie Bearbeitungsebene G7 und Achsrotation G92/G93 B4 dürfen nicht aktiv sein
- Es muss ein Kalibrierwerkzeug gewählt sein. T0 ist nicht erlaubt.

DREHZAHL

S = Drehzahl (empfohlener Wert S3000)
Das Kühlmittel wird durch Links-Rechts-Lauf abgeschleudert.
Die Spindel wird am Ende des Zyklus mit M5 ausgeschaltet.

Beispiel

Beispiel : Kalibrieren vom Lasermessgerät

N... G600 X300 Y500 Z600 S3000

Beispiel : Kalibrieren vom Lasermessgerät, Ermitteln des Rundlauffehlers.

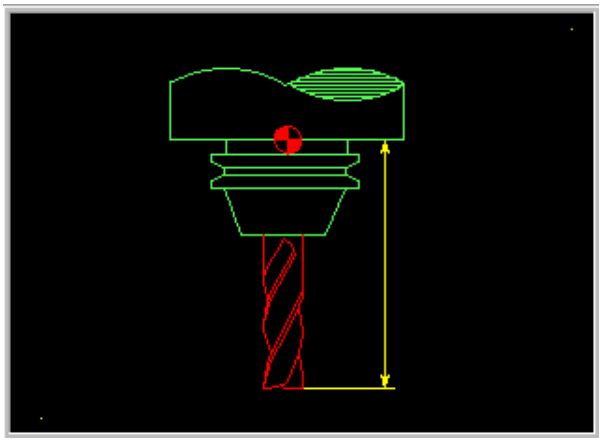
N... G600 X300 Y500 Z600 I1=1 S3000

Rundlauffehler L4 und R4 werden in der Werkzeugtabelle gespeichert, die Länge L wird angepasst (I1=1).
Die genauen X, Y, und Z-Positionen werden in die Maschinenkonstanten gespeichert.

7.3 G601 Lasersystem: Länge vermessen

Zweck

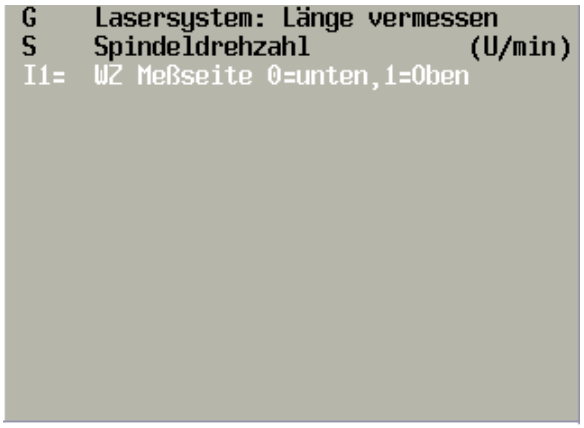
Vermessen der Länge von Werkzeugen.



Format

N... G601 {S...} {I1=}

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G600, G602, G603, G604

Hinweise und Verwendung

AUSWAHL DER WERKZEUGSEITE (I1=)

Vom Werkzeug kann die Unterkante oder die Oberkante gemessen werden.

I1= 0 Unterkante Messen (Grundstellung)
1 Oberkante Messen

DREHZAHL

S = Drehzahl (empfohlener Wert S3000)

Wenn die Spindel nicht vorab eingeschaltet ist (M5 oder M19), wird:
- das Kühlmittel durch Links-Rechts-Lauf abgeschleudert.
- die Spindel am Ende des Zyklus mit M5 ausgeschaltet.

Wenn die Spindel vorab eingeschaltet ist (M3 oder M4), erfolgt kein Richtungswechsel oder Spindelstop am Ende des Zyklus.

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L Werkzeuglänge
L4= Aufmaß Länge
L5= Längetoleranz
R6= Radiusposition für Längenvermessung.
E Werkzeugstatus

AKTIONEN

PRÜFEN (E=1):

Die gemessene Abweichung wird in die Werkzeugtabelle zu L4 addiert.

MESSEN (E=0 oder kein Wert):

Bei der Erstvermessung wird die Werkzeuglänge überschrieben, das Aufmaß L4 =0 und den Werkzeugstatus E=1 gesetzt.

- Bei Überschreitung der Toleranz wird den Werkzeugstatus E-1 gesetzt.
- Wenn beim Start des Zyklus der Werkzeugstatus E=1 ist, wird der Zyklus übersprungen.

- Drehzahlabhängiger Messvorschub wird vom Zyklus berechnet.

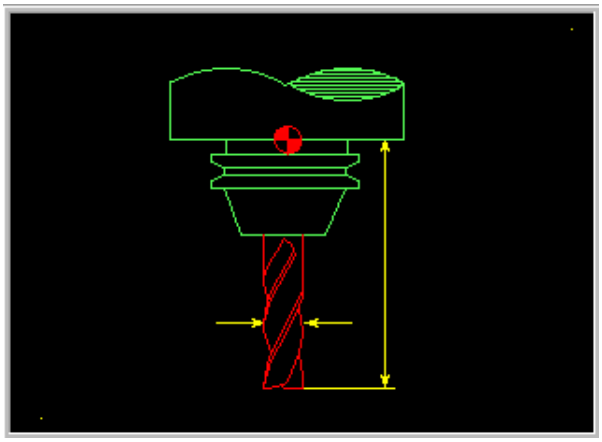
LÄNGENMESSUNG

- Wenn der Werkzeugradius größer als MC373, und R6 nicht programmiert ist, so wird die Länge exzentrisch gemessen.
- Wenn R6 programmiert ist und R-R6 > MC373, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

7.4 G602 Lasersystem: Länge und Radius vermessen

Zweck

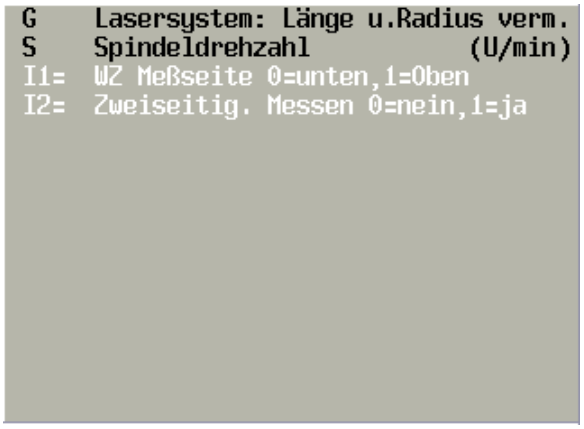
Vermessen von Länge und Radius Werkzeuge mit Lasermessgerät.



Format

N... G602 {S...} {I1=..} {I2=..}

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G600, G601, G603, G604

Hinweise und Verwendung

AUSWAHL DER WERKZEUGSEITE (I1=)

Vom Werkzeug kann die Unterkante oder die Oberkante gemessen werden.

I1=	0	Unterkante Messen (Grundstellung)
	1	Oberkante Messen

AUSWAHL EIN- ODER ZWEISEITIGES MESSEN (I2=)

Das Werkzeug kann ein- oder zweiseitig gemessen werden.

I2= 0 einseitiges Messen (Grundstellung)
1 zweiseitiges Messen

Beim zweiseitigen Messen haben Temperaturfehler und Werkzeugschrägstand keinen Einfluss auf den gemessenen Radius.

DREHZAHL

S = Drehzahl (empfohlener Wert S3000)

Wenn die Spindel nicht vorab eingeschaltet ist (M5 oder M19), wird:
- das Kühlmittel durch Links-Rechts-Lauf abgeschleudert.
- die Spindel am Ende des Zyklus mit M5 ausgeschaltet.

Wenn die Spindel vorab eingeschaltet ist (M3 oder M4), erfolgt kein Richtungswechsel oder Spindelstop am Ende des Zyklus.

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L Werkzeuglänge
L4= Aufmaß Länge
L5= Längetoleranz
R Werkzeugradius
R4= Aufmaß Radius
R5= Radiustoleranz
L6= Position oberhalb der Werkzeugspitze für Rundlaufkontrolle.
R6= Radiusposition für Längenvermessung.
Q4= Anzahl der Zähne
E Werkzeugstatus

AKTIONEN

PRÜFEN (E=1):

Die gemessene Abweichung wird in die Werkzeugtabelle zu L4 und R4 addiert.

MESSEN (E=0 oder kein Wert):

Bei der Erstvermessung wird die Werkzeuglänge überschrieben, das Aufmaß L4 =0 und den Werkzeugstatus E=1 gesetzt.

- Bei Überschreitung der Toleranz wird den Werkzeugstatus E-1 gesetzt.
- Wenn beim Start des Zyklus der Werkzeugstatus E=1 ist, wird den Zyklus übersprungen.
- Drehzahlabhängiger Messvorschub wird vom Zyklus berechnet.

LÄNGENMESSUNG

- Wenn der Werkzeugradius größer als MC373 und R6 nicht programmiert ist, so wird die Länge exzentrisch gemessen.
- Wenn R6 programmiert ist und R-R6 > MC373, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

RADIUSMESSUNG

- Wenn L6>0 oder nicht eingetragen (Werkzeugtabelle), wird eine Radiusmessung durchgeführt.
- Wenn L6 größer ist als MC372, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

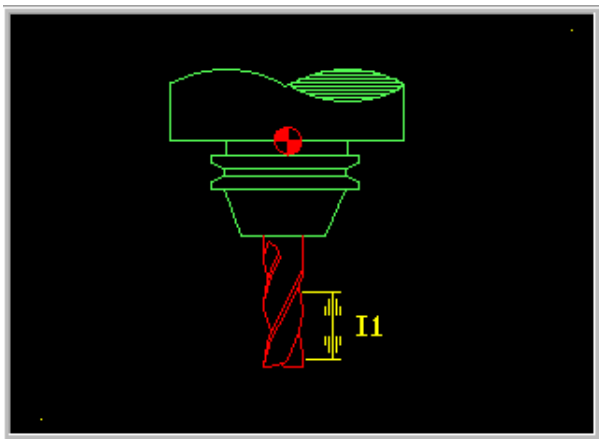
RUNDLAUFKONTROLLE

- Wenn Q4>0 (Anzahl der Zähne aus der Werkzeugtabelle), wird nach der Radiusmessung eine Rundlaufkontrolle durchgeführt.
- Die Rundlaufkontrolle wird mit einer berechneten Drehzahl ausgeführt.
- Die Drehzahlüberlagerungsschalter sind nicht aktiv.

7.5 G603 Lasersystem: Einzelschneidenkontrolle

Zweck

Kontrollieren von dem unteren Teil (Inspektionshöhe) des Werkzeuges mit einem Lasermessgerät.



Format

N... G603 {I1=...} {F2=...}

Parameter

G	Einzelschneidenkontrolle	
I1=	Verfahrweg	(wahlweise)
F2=	Scanvorschub	

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G600, G601, G602, G604

Hinweise und Verwendung

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L	Werkzeuglänge
L4=	Aufmaß Länge
R	Werkzeugradius
R4=	Aufmaß Radius
R5=	Radiustoleranz
L6=	Position oberhalb der Werkzeugspitze für Rundlaufkontrolle.
Q4=	Anzahl der Zähne
E	Werkzeugstatus

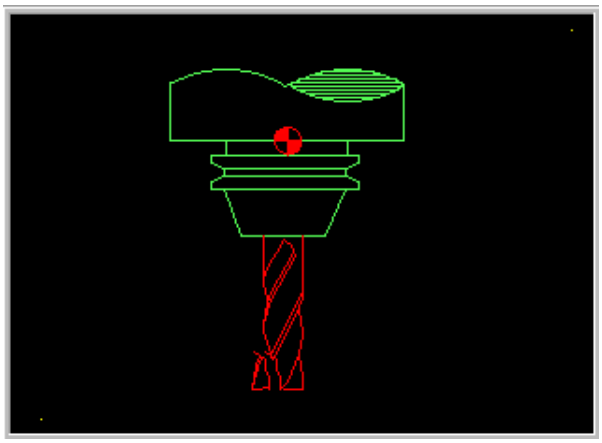
- Bei Überschreitung der Toleranz wird den Werkzeugstatus E=-1 gesetzt.
- Wenn beim Start des Zyklus der Werkzeugstatus E=1 ist, wird der Zyklus übersprungen.

- Wenn I1=0 wird nur eine Rundlaufkontrolle ausgeführt.
- Die Schneidenkontrolle wird mit einer berechneten Drehzahl ausgeführt.
- Die Drehzahlüberlagerungsschalter sind nicht aktiv.
- Maximale Fehler werden über R5 festgelegt.
- Wenn I1+L6 größer ist als MC372, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

7.6 G604 Lasersystem: Werkzeugbruchkontrolle

Zweck

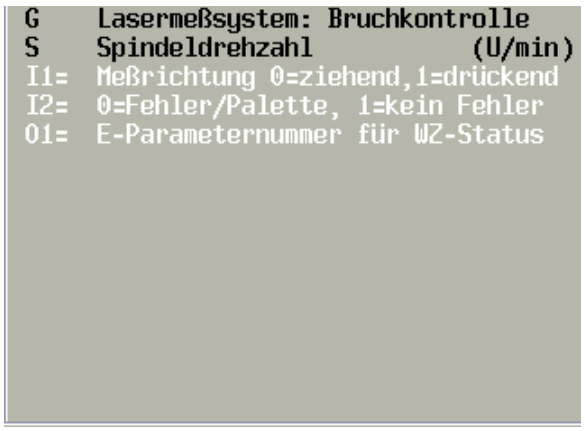
Werkzeugbruchkontrolle.



Format

N... G604 {S...} {I1=..}

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G600, G601, G602, G603

Hinweise und Verwendung

MESSRICHTUNG (I1=)

Die Messrichtung kann ziehend oder drückend sein.

I1= 0 ziehend (Grundstellung)
1 drückend

Die schnelle ziehende Messung wird bevorzugt. Werkzeuge mit starkem Hohlschliff müssen aber drückend gemessen werden, weil sonnst dieser Hohlschliff als Bruch erkannt wird.

FEHLERAUSWERTUNG (I2=)

Wenn ein Bruch festgestellt wurde, können verschiedene Aktionen Folgen:.

I2= 0 Fehlermeldung oder Palette Ausschleusen (Grundstellung)
1 kein Fehlermeldung

Die Auswahl I2=0 sorgt dafür, dass bei Werkzeugbruch die Funktion M105 (Werkzeugbruch wurde festgestellt) ausgegeben wird. Die IPLC schaltet den Laser ab und die Steuerung bringt eine Fehlermeldung.
Wenn aber ein Palettensystem anwesend ist wird, wenn möglich, die Palette ausgeschleust, das aktuelle Programm abgebrochen und eine neue Palette eingeleitet.
Die Auswahl I2=1 sorgt dafür, dass bei Werkzeugbruch keine Fehlermeldung ausgegeben wird. Jede Aktion muss im Teileprogramm programmiert werden. Dazu kann der Werkzeugstatus (Wert E vom Werkzeugspeicher) direkt in einen E-Parameter geschrieben werden. Siehe Adresse O1.

WERKZEUGSTATUS AUSGABE IN E-PARAMETER (O1=)

Der Werkzeugstatus (Definition wie E im Werkzeugspeicher) wird in den angegebenen E-Parameter geschrieben. An Hand dieses Parameters kann im Programm festgestellt werden, ob ein Werkzeugbruch erkannt wurde (Status –4). Dies ist nur sinnvoll, wenn die Fehlermeldung mit I2=1 abgeschaltet ist

DREHZAHL

S = Drehzahl (empfohlener Wert S3000)

Wenn die Spindel nicht vorab eingeschaltet ist (M5 oder M19), wird:
- Spindel im Rechtslauf (M3) eingeschaltet.
- Spindel am Ende des Zyklus mit M5 ausgeschaltet.

Wenn die Spindel vorab eingeschaltet ist (M3 oder M4), erfolgt kein Spindelstop am Ende des Zyklus.

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L	Werkzeuglänge
L4=	Aufmaß Länge
R	Werkzeugradius
R4=	Aufmaß Radius
B	Bruchtoleranz in mm. (auch im Inch Betrieb).
R6=	Radiusposition für Bruchkontrolle.
E	Werkzeugstatus

WERKZEUGSTATUS

- Bei Überschreitung der Bruchtoleranz wird den Werkzeugstatus E=-4 gesetzt und zusätzlich eine Fehlermeldung in Abhängigkeit von I2= gegeben.
- Auch wenn beim Start des Zyklus der Werkzeugstatus E=1 ist, wird die Bruchkontrolle durchgeführt.
- Die Grundstellungswert für die Toleranz B, wird in MC33 eingegeben. Nur 1 oder 2 mm sind möglich. Die Einstellung der MC133 ist auch im Inch-Betrieb in mm.
- Bruchüberwachung muss mittels MC32 eingeschaltet sein.

BRUCHMESSUNG

- Wenn der Werkzeugradius größer als MC373, und R6 nicht programmiert ist, so wird die Länge exzentrisch gemessen.
- Wenn R6 programmiert ist und R-R6 > MC373, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

8. Werkzeugmesszyklen für Messsystems TT130

8.1 Allgemeine Hinweise

VERFÜGBARKEIT

Maschine und CNC müssen vom Maschinenhersteller für das Messgerät vorbereitet sein. Stehen an ihrer Maschine nicht alle hier beschriebenen G-Funktionen zur Verfügung, beachten Sie dann ihr Maschinenhandbuch.

PROGRAMMIERUNG

Bevor einer von die G600-G609 Funktionen angerufen wird, muss eine M24 (Messgeräte einschalten) programmiert werden, wodurch das Messgeräte in die richtige Messposition gesetzt wird. Am Ende muss eine M28 (Messgeräte ausschalten) programmiert werden, wodurch das Messgeräte wieder eingezogen wird.

MASCHINENKONSTANTEN

Die G-Funktion und die zugehörigen Maschinenkonstanten wird über folgende Maschinenkonstanten aktiviert.

MC 261 >0: Messzyklus-Funktionen
MC 254 >0: Werkzeug messen
MC 840 =1: Messtaster anwesend
MC 854 =1: Werkzeug Messgerät Typ (0=keine, 1=Laser, 2=TT130)

Neue Maschinenkonstanten

MC 350 Probeposition 1st Achse µm
MC 352 Probeposition 2nd Achse µm
MC 354 Probeposition 3rd Achse µm
Koordinaten des TT130 Stylus-Mittelpunkt bezogen auf den Maschinennullpunkt G51 und G53 (- max. - + max. µm)
MC 356 Achsennummer für Radialmessen: 1=X, 2=Y, 3=Z
MC 357 Werkzeugachse-Nummer für Messen: 1=X, 2=Y, 3=Z
MC 358 Messen: 3. Achse 0=nein, 1=Ja
MC 359 Radiale Antastseite: -1=neg, 0=aut, 1=pos

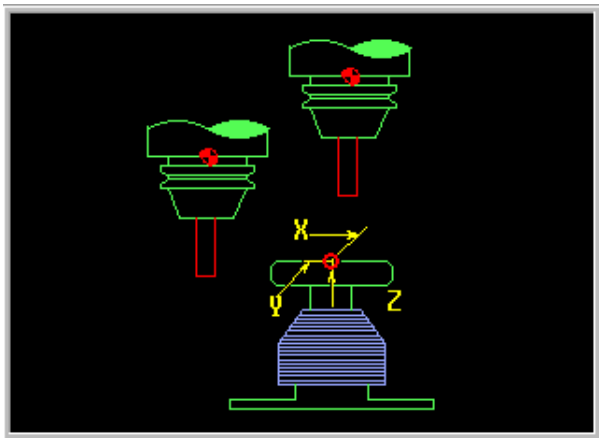
MC 360 -- MC369 sind bestimmt für ein zweites Lasermessgerät in ein andere Arbeitsbereich oder eine Vorsatzspindel. Welch Gebiet benützt wird, wird bestimmt durch das IPCL.

MC 391 Berechnung des Antastvorschubs.
0 Berechnung des Antastvorschubs mit konstanter Toleranz.
1 Berechnung des Antastvorschubs mit variabler Toleranz.
2 Berechnung Antastvorschub
MC 392 Maximal zulässiger Messfehler bei Werkzeugvermessung mit rotierendem Werkzeug (2 - 1000 µm)
MC 394 Antastvorschub bei Werkzeugvermessung mit nicht rotierendem Werkzeug (10 - 3000 mm/min)
MC 395 Abstand Werkzeugunterkante zu Stylus Oberkante bei Werkzeug Radiusvermessung. (1 - 100000 µm)
MC 396 Durchmesser bzw. Kantenlänge des Stylus des TT130. (1 - 100000 µm)
MC 397 Sicherheitszone um den Stylus des TT130 für Vorpositionierung. (1 - 10000 µm)
MC 398 Eilgang im Antast-Zyklus für TT130. (10 - 10000 mm/min)
MC 399 Maximal zulässige Umlaufgeschwindigkeit an der Werkzeugschneide. (1 - 120 m/min)

8.2 G606 Kalibrierung des Messsystems TT130

Zweck

Ermitteln von der Position des Messgeräts und speichern dieses Positionswertes in den dazu vorgesehenen Maschinenkonstanten.



Format

N... G606 {X... Y... Z...}

Parameter

G	TT130: Kalibrieren	
X	Meßpunkt	(wahlweise)
Y	Meßpunkt	(wahlweise)
Z	Meßpunkt	(wahlweise)

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G607, G608, G609

Hinweise und Verwendung

KALIBRIERWERKZEUG

Bevor Sie Kalibrieren, müssen Sie den genauen Radius und die genaue Länge des Kalibrier-Werkzeugs in die Werkzeugtabelle eintragen.

ABLAUF

Der Kalibriervorgang läuft automatisch ab. Die MILLPLUS ermittelt auch automatisch den Mittenversatz des Kalibrierwerkzeugs. Dazu dreht die MILLPLUS die Spindel nach der Hälfte des Kalibrierzyklus um 180°. Als Kalibrierwerkzeug verwenden Sie einen exakt zylindrischen Teil, z.B. einen Zylinderstift. Die Kalibrierwerte speichert die MILLPLUS in der Maschinenkonstanten und berücksichtigt sie bei nachfolgenden Werkzeugvermessungen.

In den MC350, MC352, MC354 muss die Lage des TT130 im Arbeitsraum der Maschine festgelegt sein.

Wenn Sie einen der MC350, MC352, MC354 ändern, müssen Sie neu Kalibrieren.

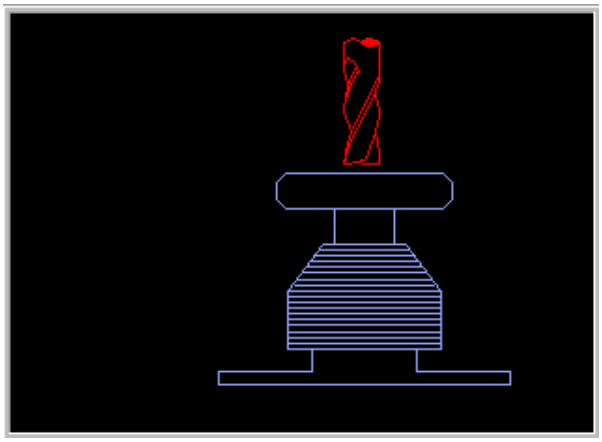
POSITION

Position in die X, Y und Z-Achse eingeben, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Wenn die Positionshöhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die MILLPLUS das Kalibrierwerkzeug nicht automatisch über den Teller.

8.3 G607 Werkzeuglänge vermessen TT130

Zweck

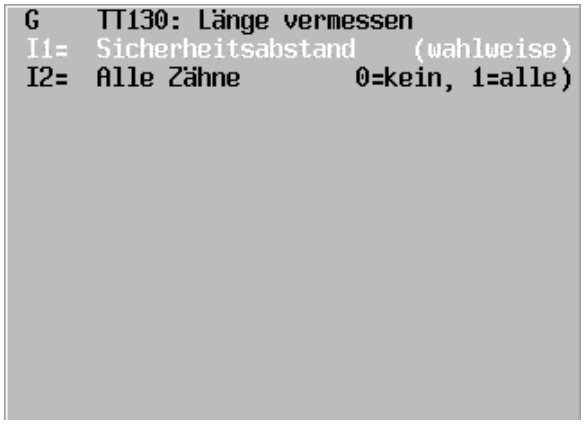
Vermessen der Länge von Werkzeugen.



Format

N... G607 {I1=...} {I2=...}

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G606, G608, G609

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGDATEN

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den geschätzten Radius, die geschätzten Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneiderichtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle ein.

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L	Werkzeuglänge
L4=	Aufmaß Länge
L5=	Verschleißtoleranz Länge
R	Werkzeugradius
R4=	Aufmaß Radius
R6=	Messversatz Radius
E	Werkzeugstatus

ABLAUF

Die Werkzeuglänge kann auf drei verschiedene Arten bestimmt werden:

1 Wenn der Werkzeugdurchmesser größer ist als der Durchmesser der Messfläche des TT130, dann vermessen Sie mit rotierendem Werkzeug.

2 Wenn der Werkzeugdurchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Messfläche des TT130 oder wenn Sie die Länge von Bohrern oder Radiusfräser bestimmen, dann vermessen Sie mit stillstehendem Werkzeug.

3 Mit Parameter I2= werden alle Zähne gemessen. Die Messung wird ausgeführt mit stehender Spindel. Die größte Zahnlänge wird in die Werkzeugtabelle gespeichert.

VERMESSUNG MIT ROTIERENDEM WERKZEUG

Um die längste Schneide zu ermitteln, wird das zu vermessende Werkzeug zum Tastsystemmittelpunkt versetzt und rotierend auf die Messfläche des TT130 gefahren. Den Versatz programmieren Sie in der Werkzeugtabelle unter Werkzeugversatz; Radius (R).

VERMESSUNG MIT STILLSTEHENDEM WERKZEUG (z.B. für Bohrer).

Das zu vermessende Werkzeug wird mittig über die Messfläche gefahren. Anschließend fährt es mit stehender Spindel auf die Messfläche des TT130. Für diese Messung tragen Sie den Werkzeugversatz Radius (R6=0) in der Werkzeugtabelle ein.

EINZELSCHNEIDEN-VERMESSUNG

Die MILLPLUS positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Werkzeug-Stirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopfoberkante wie in MC395 festgelegt. In der Werkzeugtabelle können Sie unter Werkzeugversatz Länge (L) einen zusätzlichen Versatz festlegen. Die MILLPLUS tastet mit rotierendem Werkzeug radial an, um den Startwinkel für die Einzelschneiden-Vermessung zu bestimmen. Anschließend vermisst sie die Länge aller Schneiden durch das Ändern der Spindelorientierung. Für diese Messung selektieren Sie die Softkey "alle Zähne"

WERKZEUG MESSEN (E=0 oder kein Wert)

Festlegen, ob das Werkzeug zum ersten Mal vermessen wird, oder ob Sie ein bereits vermessenes Werkzeug überprüfen möchten. Bei der Erstvermessung überschreibt die MILLPLUS die Werkzeuglänge L im Werkzeugspeicher und setzt das Aufmaß L4 = 0.

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den geschätzten Radius (R10), die geschätzten Länge (L100), die Anzahl der Schneiden (Q4=4) und die Schneiderichtung (I2=0) des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle ein.

Bei der Erstvermessung überschreibt die MILLPLUS den Werkzeugradius (R10 mit R10.012) und die Werkzeuglänge (L100 mit L99.456) im Werkzeugspeicher und setzt das Aufmaß R4 und L4=0.

WERKZEUG PRÜFEN (E=1)

Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird die gemessene Länge mit der Werkzeuglänge L aus der Werkzeugtabelle verglichen. Die MILLPLUS berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Aufmaß L4 in die Werkzeugtabelle ein. Wenn das Aufmaß größer ist als die zulässige Verschleiß- (L5=) oder Bruchtoleranz für die Werkzeuglänge, dann gibt es eine Fehlermeldung.

Falls Sie ein Werkzeug prüfen, werden die gemessenen Werkzeugdaten mit den Werkzeugdaten aus der Werkzeugtabelle verglichen. Die MILLPLUS berechnet die Abweichungen vorzeichenrichtig und trägt diese als Aufmaß (R4=0.015 und L4=0.06) in die Werkzeugtabelle ein.

SICHERE HÖHE

Position in die Spindelachse eingeben mittels Parameter (I1 = Sicherheitsabstand) aus der Dialogeingabe, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die sichere Höhe bezieht sich auf den Oberkante des Stylus. Wenn die sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die MILLPLUS das Werkzeug nicht automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MC397)

SCHNEIDENVERMESSUNG

Mit Parameter I2=1 werden alle Zähne gemessen.
Mit I2=0 oder kein Wert, wird eine Einzelschneidenvermessung durchgeführt.

STEHENDE SPINDEL

Die MILLPLUS verwendet für die Vermessung mit stehender Spindel den Antastvorschub aus MC394.

BERECHNUNG DER SPINDELDREHZAHL

Beim Vermessen mit rotierendem Werkzeug berechnet die MILLPLUS die Spindeldrehzahl und den Antastvorschub automatisch. Die Spindeldrehzahl berechnet sich dabei wie folgt:

$$n = \frac{MC399}{r * 0.0063}$$

mit:
n = Drehzahl U/min
MC 399 = maximal zulässige Umlaufgeschwindigkeit [m/min]
R = aktiver Werkzeugradius [mm]

BERECHNUNG DER ANTASTVORSCHUB

Der Antastvorschub berechnet sich aus:

V = Messtoleranz * n

mit:

V	= Antastvorschub	[mm/min]
Messtoleranz	= Messtoleranz [mm],	abhängig von MC391
n	= Drehzahl	[1/min]

BERECHNUNGSMETHODE ANTASTVORSCHUB

Mit MC391 stellen Sie die Berechnung des Antastvorschubs ein:

MC391=0: Die Messtoleranz bleibt konstant, unabhängig vom Werkzeugradius. Bei sehr großen Werkzeugen reduziert sich der Antastvorschub jedoch zu Null. Dieser Effekt macht sich um so früher bemerkbar, je kleiner Sie die maximale Umlaufgeschwindigkeit (MC399) und die zulässige Toleranz (MC392) wählen.

MC391=I: Die Messtoleranz verändert sich mit zunehmendem Werkzeugradius. Das stellt auch bei großen Werkzeugradien noch einen ausreichenden Antastvorschub sicher. Die MILLPLUS verändert die Messtoleranz nach folgender Tabelle:

Werkzeugradius	Messtoleranz
bis 30 mm	MC392
30 bis 60 mm	2 * MC392
60 bis 90 mm	3 * MC392
90 bis 120 mm	4 * MC392

MC391=2: Der Antastvorschub bleibt konstant, der Messfehler wächst jedoch linear mit größer werdenden Werkzeugradius:

$$\text{Messtoleranz} = \frac{r * MC392}{5\ mm}$$

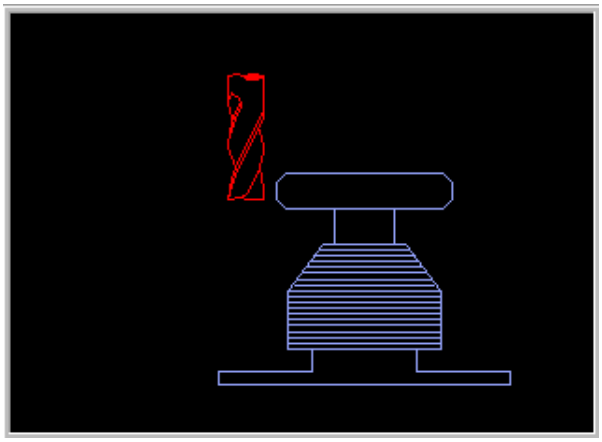
mit:

r = Werkzeugradius [mm]
MC 392 = Maximal zulässiger Messfehler

8.4 G608 Werkzeugradius vermessen

Zweck

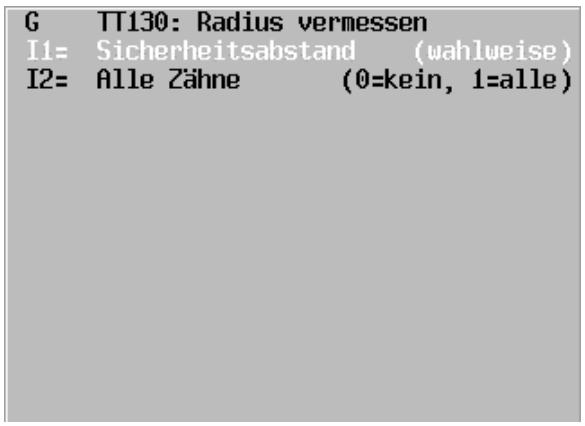
Vermessen des Werkzeugradius.



Format

N... G608 {I1=...} {I2=...}

Parameter



Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G606, G607, G609

Hinweise und Verwendung

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L	Werkzeuglänge
L4=	Aufmaß Länge
R	Werkzeugradius
R4=	Aufmaß Radius
R5=	Verschleißtoleranz Radius
E	Werkzeugstatus

WERKZEUGDATEN

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den geschätzten Radius, die geschätzte Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneiderichtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle ein.

WERKZEUG MESSEN (E=0 oder kein Wert)

Bei der Erstvermessung überschreibt die MILLPLUS den Werkzeugradius R im Werkzeugspeicher und setzt das Aufmaß R4=0.

MESSABLAUF

Sie können den Werkzeugradius auf zwei Arten bestimmen:

1) Vermessung mit rotierendem Werkzeug
2) Vermessung mit rotierendem Werkzeug und anschließender Einzelschneiden-Vermessung

Bei Einzelschneiden-Vermessung wird erst grob der Radius gemessen und der Position der größten Zahn bestimmt. Danach werden die anderen Zähnen gemessen.

Die MILLPLUS positioniert das zu vermessende Werkzeug seitlich vom Tastkopf vor. Die Fräserstirnfläche befindet sich dabei unterhalb der Tastkopfoberkante, wie in MC395 festgelegt. Die MILLPLUS tastet mit rotierendem Werkzeug radial an. Falls zusätzlich eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt werden soll, werden die Radien alter Schneiden mittels Spindelorientierung vermessen.

WERKZEUG PRÜFEN (E=1)

Falls Sie ein Werkzeug prüfen, wird der gemessene Radius mit dem Werkzeugradius R aus der Werkzeugtabelle verglichen. Die MILLPLUS berechnet die Abweichung vorzeichenrichtig und trägt diese als Aufmaß R4 in Werkzeugtabelle ein. Wenn der Aufmaß größer ist als die zulässige Verschleiß- (R5=) oder Bruchtoleranz für den Werkzeugradius, dann gibt es eine Fehlermeldung.

SICHERE HÖHE

Position in der Spindelachse eingeben mittels Parameter (I1 = Sicherheitsabstand) aus der Dialogeingabe, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstückbezugspunkt. Wenn die sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die MILLPLUS das Werkzeug nicht automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MC397)

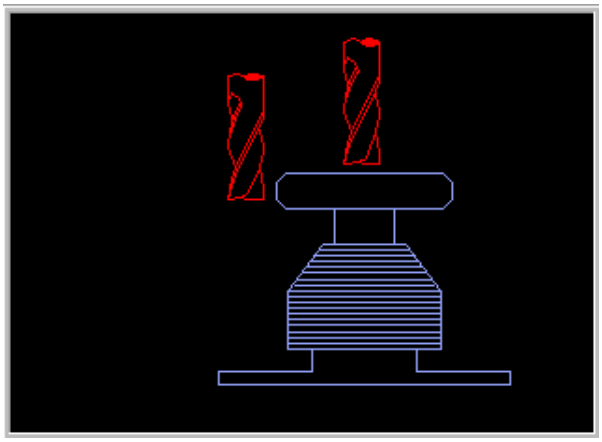
SCHNEIDENVERMESSUNG

Mit Parameter I2=1 werden alle Zähne gemessen.
Mit I2=0 oder kein Wert, wird eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt.

8.5 G609 Werkzeug komplett vermessen

Zweck

Vermessen von Werkzeuglänge und -radius.



Format

N... G609 {I1=...} {I2=...}

Parameter

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G606, G607, G608

Hinweise und Verwendung

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

L	Werkzeuglänge
L4=	Aufmaß Länge
L5=	Verschleißtoleranz Länge
R	Werkzeugradius
R4=	Aufmaß Radius
R5=	Verschleißtoleranz Radius
E	Werkzeugstatus

WERKZEUGDATEN

Bevor Sie Werkzeuge zum ersten Mal vermessen, tragen Sie den geschätzten Radius, die geschätzte Länge, die Anzahl der Schneiden und die Schneiderichtung des jeweiligen Werkzeugs in die Werkzeugtabelle ein.

MESSABLAUF

Die MILLPLUS vermisst das Werkzeug nach einem festprogrammierten Ablauf. Zunächst wird der Werkzeugradius und anschließend die Werkzeuglänge vermessen.

WERKZEUG MESSEN (E=0 oder kein Wert)

Die Funktion eignet sich besonders für die Erstvermessung von Werkzeugen, da - verglichen mit der Einzelvermessung von Länge und Radius - ein erheblicher Zeitvorteil besteht.
Bei der Erstvermessung überschreibt die MILLPLUS den Werkzeugradius R und die Werkzeuglänge L im Werkzeugspeicher und setzt die Aufmaß R4 und L4=0.

WERKZEUG PRÜFEN (E=1)

Falls Sie ein Werkzeug prüfen, werden die gemessenen Werkzeugdaten mit den Werkzeugdaten aus Werkzeugtabelle verglichen. Die MILLPLUS berechnet die Abweichungen vorzeichenrichtig und trägt diese als Aufmaß R4 und L4 in die Werkzeugtabelle ein. Wenn einer der Aufmasse größer ist als die zulässigen Verschleiß- (L5= und R5=) oder Bruchtoleranzen, dann gibt es eine Fehlermeldung.

SICHERE HÖHE

Position in die Spindelachse eingeben mittels Parameter (I1 = Sicherheitsabstand) aus der Dialogeingabe, in der eine Kollision mit Werkstücken oder Spannmitteln ausgeschlossen ist. Die sichere Höhe bezieht sich auf den aktiven Werkstückbezugspunkt. Wenn die sichere Höhe so klein eingegeben ist, dass die Werkzeugspitze unterhalb der Telleroberkante liegen würde, positioniert die MILLPLUS das Werkzeug nicht automatisch über den Teller (Sicherheitszone aus MC397)

SCHNEIDENVERMESSUNG

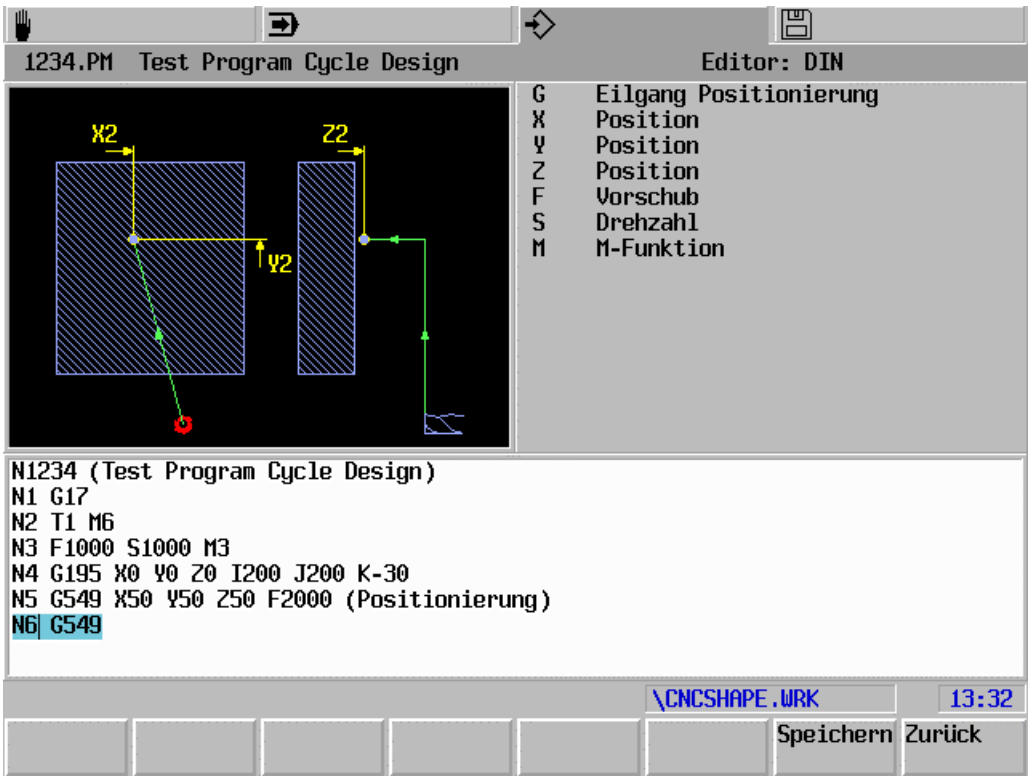
Mit Parameter I2=1 werden alle Zähne gemessen.
Mit I2=0 oder kein Wert, wird eine Einzelschneiden-Vermessung durchgeführt.

9. Cycle Design

9.1 Einführung

Cycle Design gibt dem Anwender die Möglichkeit, eigene G-Funktionen zu definieren und in die Steuerung zu integrieren. Diese G-Funktionen können innerhalb von Teileprogramme mit Bildunterstützung programmiert werden.

Die definierte G-Funktion wird in der Steuerung an drei Stellen sichtbar.
1) Die G-Funktionsliste wird erweitert um den neuen G-Funktion erweitert.
2) Beim Programmieren wird die Adressliste mit Unterstützungsbildern gezeigt.
3) Im Teileprogramm ist die G-Kode sichtbar.



Für eine G-Funktion sind folgende Dateien benötigt:
1) Die G-Funktion mit Adresseninformationen und Texten. Datei G5??.CFG
   (5?? ist die dreistellige Nummer der G-Funktion)
   (siehe Paragraphen .2: Beschreibung G-Funktion und Adressen)
2) Die Bearbeitungsmakro (9995??0.mm), die von der G-Funktion aufgerufen wird.
   (siehe Paragraphen .4: Ausführungsmakro)

Folgende Dateien werden nach Bedarf eingesetzt:
3) Bis 10 Unterstützungsbilder. Datei *.DXF oder *.BMP
   (siehe Paragraphen .3: Unterstützungsbilder)
4) Bis 9 Hilfsmakros (9995??*.mm), die vom Bearbeitungsmakro aufgerufen werden.
   (* ist laufende Nummer, eine Zahl)
5) Die Allgemeinen Hilfsmakros (*.mm), können durch mehrere Bearbeitungsmakros aufgerufen werden.
   (* ist laufende Nummer, maximal sieben Zahlen, nicht anfangend mit 999).

Es können maximal 50 G-Funktionen definiert werden in Bereich von G500 bis G599.

Bemerkung: In die Version 410 sind die folgenden G-Funktionen erlaubt:
G540 bis zum G563, G570 bis zum G580 und G585 bis zum G599.

Die Dateien werden pro G-Funktion in einem eigenen Verzeichnis D:\STARTUP\CYCLES\G5?? auf die Festplatte der MILLPLUS gespeichert.
(siehe Paragraphen .5: Einlesen von Zyklendateien).

Diese Verzeichnisse müssen vom Anwender selbe erstellt werden.

Beispiel:

Die Dateien für G550 und G560 werden im Verzeichnis D:\STARTUP\CYCLES\G550\ und ...\G560\ gespeichert.
Zwei allgemeine Hilfsmakros werden im separaten Verzeichnis D:\STARTUP\ gespeichert.

```
D:\STARTUP\CYCLES  \G550\  G550.CFG
                                    <Bild 1>.DXF
                                    <Bild 2>.BMP
                                    9995500.mm
                                    9995501.mm
                   \G560\  G560.CFG
                                    <Bild 1>.DXF
                                    <Bild 2>.DXF
                                    9995600.mm
                                    9995601.mm

D:\STARTUP\        1234567.mm (Maximal 7 Ziffern
                   *.mm
```

9.2 Beschreibung G-Funktion und Adressen (G5??.CFG)

Jede G-Funktion und zugehörigen Adressen müssen in einer Datei (G5??.CFG) beschrieben werden.

Die Datei definiert:
1) Die Nummer der G-Funktion über den Dateinamen.
2) Die Erklärungstext der G-Funktion in mehreren Sprachen.
3) Pro Adresse eine Parameterliste mit unter anderem: Adressnamen, E-Parameter, Format, Zeichen, Minimum, Maximum und Erklärungstext.
4) Die Dateinamen von maximal 10 Unterstützungsbildern.

9.2.1 Beispiel: G5??.CFG Datei (Definition G5??.CFG)

```
[DIALOG]        ; Muss anwesend sein.
  GB                =       Positioning
  D                 =       Positionierung
  NL                =       Positionierung

;Kommentar

[PARAMETER]
  ADDRESS           =       X2
  EPARAM            =       260
  OPTIONAL          =       N
  FORM              =       6. 3
  SIGN              =       Y
  INCH              =       Y
  MIN               =       -999999.999
  MAX               =       999999.999
  GB                =       Position
  D                 =       Position
  NL                =       Positie

[PARAMETER]
  ADDRESS           =       F
  EPARAM            =       252
  OPTIONAL          =       Y
  FORM              =       5.0
  SIGN              =       N
  INCH              =       Y
  MIN               =       0
  MAX               =       99999
  GB                =       Feed
  D                 =       Vorschub
  NL                =       Voeding

[SUPPORT]
  PIC01             =       *.DXF           Dateinamen des ersten Unterstützungsbildes
  ...
  PIC10             =       *.BMP           bis 10 Unterstützungsbilder
```

Bemerkungen:

1) Leerzeichen (außer in Text), Tabs und Leerzeilen haben keine Bedeutung.

2) Kommentar (Text nach <;>) ist überall erlaubt.

3) Schlüsselwörter sind: [DIALOG], [PARAMETER] und [SUPPORT]. Für jede Adresse ist [PARAMETER] zu definieren. Schlüsselwort [DIALOG] muss eingetragen werden. [PARAMETER] und [SUPPORT] sind optional. Nach den Schlüsselwörtern kann Information eingetragen werden.

4) Nach [DIALOG] können G-Funktionstexte in mehreren Sprachen eingetragen werden.

   <Sprachkode> = Pro Sprache kann ein Erklärungstext (bis 33 Zeichen) gegeben werden. (Grundstellung ohne Text).
   Nur die benötigten Sprachen brauchen eingetragen zu werden.
   Die Sprachauswahl selber wird von Maschinenkonstante MC5 bestimmt.

   Die Sprachkodes sind:
   GB, D, NL, F, I, E, DK, S, SF, P, PL, CZ

5) Nach [PARAMETER] folgen die Adressdaten.

   Maximal 25 Adressen sind zugelassen.

   ADDRESS = Name der Adresse. Verfügbare Adressnamen siehe Paragraphen 2.3 (Erlaubte Adressen). Auch E0 bis zum E400 ist eine gültiger Name.
   Alle anderen Namen bringen Fehlermeldung O141.

   Wenn ADDRESS fehlt, wird keine Adresse definiert.

   EPARAM = E-Parameternummer, die dem eingetragenen Adresswert zugeordnet wird. Bereich 0 bis maximale Anzahl Parameternummer (MC83).
   Zum Beispiel: EPARAM=260 und ADRESSE=X2 bedeuten, das E260 den programmierten Wert von X2 enthält. Wenn X2 nicht im Werkstückprogramm programmiert ist, wird E260 gleich -999999999 gesetzt.

   Wenn ADDRESS=E***, muss nach EPARAM=*** die gleiche Nummer angetragen werden.

   Wenn EPARAM fehlt, wird keine Adresse definiert.

   FORM = Bestimmt das Eingabeformat. (Grundstellung 6.3). 6.3 bedeutet: 6 Ziffer vor dem Dezimalpunkt und 3 dahinter. Maximal Format in mm ist 6.3 und in Inch 5.4.

   SIGN = [Y/N]. Bestimmt ob die Eingabe negativ sein kann. (Grundstellung Y).

   MIN = Kleinster Eingabe. (Grundstellung -999999999).

   MAX = Größter Eingabe. (Grundstellung 999999999)

   OPTIONAL = [Y/N]. Bestimmt ob die Eingabe verpflichtet ist (Grundstellung ist Y).
   Optionale Adressen unterscheiden sich farblich (weiß) in das Eingabefenster.
   Wenn eine verpflichte Adresse (nicht optional) nicht eingetragen ist, wird nicht fortgefahren und wird ein Fehler gegeben. (Ab V420).
   Im Makro muss für eine optionale Adresse eine Grundstellung definiert werden.

ACTIVE = [1, 2, --, 9]. Stellt eine Kupplung zwischen Bilder und Adressen her. Die Adresse wird nur gezeigt, wenn das betreffende Bild angewählt ist.
(Grundstellung: aktive bei alle Bilder) (ab V420)

<Sprachkode> = Pro Sprache kann eine Erklärungstext (bis 33 Zeichen) gegeben werden.
(Grundstellung ohne Text)
Nur die benötigten Sprachen brauchen eingetragen zu werden.
Die Sprachauswahl selber wird von Maschinenkonstante MC5 bestimmt.
Sprachkodes siehe [DIALOG].

6) Hinter [SUPPORT] folgen die Dateinamen von maximal 10 Unterstützungsbildern im *.DXF oder *.BMP Format. Gültige Dateinamen sind maximal 8 Zeichen lang, mit Endung *.DXF oder *.BMP.
Die Reihenfolge der Bilder in der Steuerung wird von PIC?? Nummern bestimmt.
PIC01 = Definiert den Dateinamen des ersten Unterstützungsbildes.
(Grundstellung ohne Unterstützungsbild)
PIC02 = Definiert den Dateinamen des zweiten Unterstützungsbildes.
usw.

7) Änderungen in die G5??.CFG Datei mit dem Editor, wird nur aktiviert nach Aus- und Einschalten der Maschine.

9.2.2 Beispiel: G550.CFG Datei

```
;Kommentar...
[DIALOG]
  GB          =  Positioning
  D           =  Positionierung

[PARAMETER]
  ADDRESS     =  X
  EPARAM      =  260
  OPTIONAL    =  Y
  FORM        =  6.3
  SIGN        =  Y
  INCH        =  Y
  MIN         =  -999999.999
  MAX         =  999999.999
  GB          =  Position
  D           =  Position

[PARAMETER]
  ADDRESS     =  Y
  EPARAM      =  261
  OPTIONAL    =  Y
  FORM        =  6.3
  SIGN        =  Y
  INCH        =  Y
  MIN         =  -999999.999
  MAX         =  999999.999
  GB          =  Position
  D           =  Position

[PARAMETER]
  ADDRESS     =  E1
```

```
   EPARAM          =     1
   OPTIONAL        =     Y
   FORM            =     6.3
   SIGN            =     Y
   MIN             =     -999999.999
   MAX             =     999999.999
   GB              =     Position
   D               =     Position

[SUPPORT]
  PIC01            =     ABCD1234.DXF
```

9.2.3 Erlaubte Adressen

In CYCLE DESIGN sind untenstehende Adressen erlaubt:

A	**A1=**	**A2=**	**A3=**	A40=	A4=	A5=	A6=	A7=	A90=	A91=	
B	**B1=**	**B2=**	**B3=**	B40=	B47=	B4=	B5=	B6=	B7=	B90=	B91=
C	**C1=**	**C2=**	C3=	C4=	C40=	C5=	C6=	C7=	C90=	C91=	
D	D1=	D2=	D3=	D4=							
E	ENNN=										
F	**F1=**	**F2=**	**F3=**	F4=	F5=	F6=					
G	G1=										
H											
I	**I1=**	**I2=**	**I3=**	I4=	I5=	I6=	I7=	I90=	I91=		
J	J1=	J2=	J90=	J91=							
K	**K1=**	**K2=**	K3=	K4=	K5=	K90=	K91=				
L	L1=	L2=	L3=	L4=	L5=	L6=	L7=				
M	M1=	M2=									
N	N1=	N2=	N=								
O	O1=	O2=									
P	P1=	P2=	P3=	P4=							
Q	Q1=	Q2=	Q3=	Q4=							
R	**R1=**	**R2=**									
S	S1=	S7=									
T	T1=	T2=	T3=								
U	U1=	U2=	U7=								
V	V1=	V7=									
W	W1=	W2=	W3=	W4=	W5=	W7=					
X	**X1=**	**X2=**	**X3=**	**X4=**	X51=	X52=	X53=	X61=	X62=	X7=	X90=	X91=
Y	**Y1=**	**Y2=**	**Y3=**	**Y4=**	Y51=	Y52=	Y53=	Y61=	Y62=	Y7=	Y90=	Y91=
Z	**Z1=**	**Z2=**	**Z3=**	**Z4=**	Z51=	Z52=	Z53=	Z61=	Z62=	Z7=	Z90=	Z91=

Bis V420 sind nur die fett gedruckten Adressen erlaubt.

9.3 Unterstützungsbilder

Für die CNC sollen die Bilder in ein Standardformat eingelesen werden. (*.DXF oder *.BMP).

Üblicherweise wird ein Zeichenprogramm benutzt, dass ein *.DXF Format von Autocad9 bis Autocad14 generieren kann.

Diese *.DXF oder *.BMP Datei muss in die Steuerung übertragen werden. Sie wird dann in die Steuerung automatisch nach einer internen *.PIC Datei konvertiert.

9.3.1 Bilder machen in *.DXF Format

Beim Benutzen des AutoCAD soll Folgendes beachtet werden:

- Definiere LIMIT [331,240]. Dies ist die Abmessung in PIXEL vom Unterstützungsbild.
- Das Bild soll in die Mitte zentriert werden.
- Definiere POINT [0,0] als Eckpunkt der Zeichnung
- Definiere POINT [331,240] als zweiter Eckpunkt der Zeichnung
- Unterstützt werden: LINE, POINT, CIRCLE, ARC, SOLID, TEXT, POLYLINE, LINETYPE und COLOR
- Von Geometrieelementen darf die Delta-X und/oder Delta-Y nicht größer sein als 255.
- Ein Radius darf nicht größer sein als 127.
- Hilfszeichnungen (ELEMENTS) müssen eingefügt (INSERT) werden, danach PURGE und EXPLODE ausführen.
- Polyline darf nicht länger sein als 40 Punkten.
- Schraffierung muss mit EXPLODE im Zeichnung übernommen werden.
- Zeichnungen abschließen mit ZOOM und EXTEND.

Mit dem Kommando DXFOUT wird eine *.DXF Datei generiert.

Bemerkung: "AutoCAD" ist einem registrierten Produkt.

9.3.2 Bilder machen in *.BMP Format

Beim Benutzen von Bitmap soll Folgendes beachtet werden:

- Die Abmessung in PIXEL vom Unterstützungsbild ist 331 bei 240.
- Das Bild soll in die Mitte zentriert werden.
- Die Datei große muss kleiner sein wie 64K.
- Das Format muss komprimiert werden.

9.3.3 Farbkode

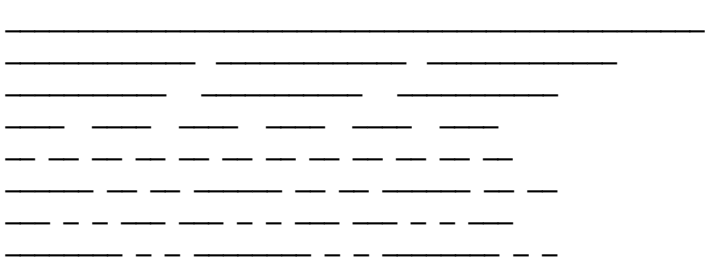
Verfügbare Farben sind:

1	rot	9	hellrot
2	gelb	10	hellgelb
3	grün	11	hellgrün
4	Zyan	12	Hellzyan
5	blau	13	hellblau
6	dunkelgrau	14	Magenta
7	grau	15	weiß
8	schwarz	16	schwarz

9.3.4 Linientypen

Verfügbare Linientypen sind:

1 :
2 :
3 :
4 :
5 :
6 :
7 :
8 :



9.4 Ausführungsmakro

Beim Ausführen der G-Funktion wird der Makro mit dem gewünschten Ablauf gestartet.

Dieses Makro kann direkt in DIN/ISO geschrieben werden (*.MM).

9.4.1 Beispiel: Ausführungsmakro

```
N9995500 (Positionieren)
N1 (Beschreibung verwendeter E-Parameter)
N2 (E150 = Sprung Parameter)
N3 (E252 = Vorschub)
N4 (E254 = X-Werkzeugposition)
N5 (E255 = Y-Werkzeugposition)
N6 (E256 = Z-Werkzeugposition)
N7 (E260 = X2_Endposition)
N8 (E261 = Y2_Endposition)
N9 (E262 = Z2_Endposition)
N1000 G29 I1 E150 N=1002 E150=E252=-999999999
                (Sprung nach N1002, wenn F nicht programmiert, d.h. gleich □999999999 ist)
N1001 F=E252                                (aktiviere Vorschub F)
N1002 G326 X7=254 Y7=255 Z7=256             (Aktuelle Position lesen)
N1003 G29 I1 E150 N=1005 E150=E260>-999999999
                (Sprung nach N1005, wenn X2 programmiert, d.h. größer als □999999999 ist)
N1004 E260=E254                             (X2 wird gleich der aktuellen Position gesetzt)
N1005 G29 I1 E150 N=1007 E150=E261>-999999999
                (Sprung nach N1007, wenn Y2 programmiert, d.h. größer als □999999999 ist)
N1006 E261=E255                             (Y2 wird gleich der aktuellen Position gesetzt)
N1007 G29 I1 E150 N=2030 E150=E262>-999999999
                (Sprung nach N2030, wenn Z2 programmiert, d.h. größer als □999999999 ist)
N1008 E262=E256                             (Y2 wird gleich der aktuellen Position gesetzt)
N2030 G1 X=E260 Y=E261 Z=E262               (Im Vorschub nach  X2,Y2,Z2)
```

9.4.2 Erklärung

1) Für Bedeutung der G-Funktionen siehe Bedienungsanleitung der Steuerung.
2) Die von Cycle Design anzuwendenden freien E-Parametern liegen im Bereich von E0 bis maximal MC83.
3) Die programmierten Adressen des Zyklus werden in E-Parameter aus der G550.CFG Datei übergeben. Nicht programmierte Adressen werden gleich □999999999 gesetzt. Damit kann erkannt werden, ob eine Adresse programmiert ist. Dies gilt auch für Adressen wie F, die sonst modal sind.
4) In diesem Beispiel sind alle Adressen optional. Beim Programmieren Kontrolliert die Steuerung, ob der Wert den gestellten Kriterien aus Datei G550.CFG entspricht. Im Makro muss reagiert werden, wenn der Wert nicht eingetragen ist. In diesem Beispiel wird für eine nicht programmierte Z2 Adresse die aktuelle Position genommen..
5) Eingaben, die sich gegenseitig ausschließen müssen im Makro erkannt werden. Der Makro kann eine Fehlermeldung bringen wie P07 (Wert außer Bereich)

9.5 Einlesen von Zyklendateien in die CNC

*.DXF, *.BMP, *.CFG und *.MM Dateien können über eine Ethernetverbindung in die Steuerung geladen werden. *.mm Dateien können von einem PC direkt in die Steuerung geladen werden mit einem geeigneten Datenkommunikationsprogramm, wie z.B. CDS.

Zum Beispiel G550.cfg soll im Dateiverzeichnis D:\STARTUP\CYCLES\G550 geladen werden. Jede G-Funktion hat sein eigenes Dateiverzeichnis.

Innerhalb der CNC können die Text Dateien mit dem Festplatteneditor realisiert und geändert werden.
Änderungen in die Dateien mit dem Editor, werden nur aktiviert nach Aus- und Einschalten der Maschine.

10. Technologische Befehle

10.1 F-Funktion

Zweck

Vorschub einstellen in Millimeter pro Minute oder pro Umdrehung (mm/Min oder mm/U). Der in der Praxis verwendeter Vorschub wird durch verschiedene Faktoren bedingt, wie z.B. Werkstoff, Bearbeitungsart und Werkzeug.

Format

N... {F..} {F1=..} {F2=..} {F3=..} {F4=..} {F5=..} {F6=..}

Definitionen, Abkürzungen:

F: Allgemein gültigen Vorschub für Achsbewegungen mit G1/2/3, nicht für G0.
F1=: Selektierung konstanter Schnittvorschub bei Radiuskompensation von Kreisen.
F2=: Rückzugsvorschub bei G85, Zustellvorschub bei G87-G89, G201 oder Messvorschub bei G145.
F3=: Vorschub für die (negative) Zustellbewegung (Eintauchen).
F4=: Vorschub für die Ebenenbewegung
F5=: Vorschubeinheit für Rundachsen.
F6=: Lokaler Vorschub

Zugehörige Funktionen

G1, G2, G3, G41/G42, G45, G61/G62, G70/G71, G81/G89, G94/G95, G145, G201

Art der Funktion

Modal	F, F1=, F3=, F4=, F5=
Satzweise	F2= , F6=

Hinweise und Verwendung

Auf technologische Gründe muss der Vorschub angepasst werden. Die wichtigsten Faktoren für die Anpassung sind:

1) Vorschub und Richtung der Bewegung
2) Konstanter Schnittvorschub bei Radiuskompensation von Kreisen.
3) Vorschub innerhalb Zyklen
4) Vorschubeinheit für Rundachsen
5) Lokaler Vorschub

1) Vorschub und Richtung der Bewegung

Beim Fräsen ist es aus technologischen Gründen erforderlich, den Vorschub sorgfältig auf den Fräsprozess anzupassen. So herrschen beim Fräsen in radialer Fräsrichtung andere technologische Bedingungen als beim Fräsen in axialer Fräsrichtung.

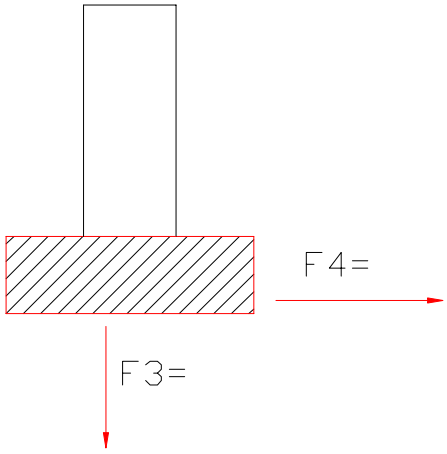
Es ist für der Gebraucher ein Vorteil, dass es möglich ist 2 Vorschub Werte, modal und unabhängig, programmieren zu Können. Unabhängiger Vorschub Programmierung ist möglich mit Parameters F3= und F4=.

Die Vorschübe F, F3= und F4= sind modal und können programmiert werden:

(0 ... 99999 [mm/min] für metrisch)
(0 ... 9999.9 [Inch/min] für Inch)

F3=: Setzt der Zustellvorschub
F4=: Setzt der Ebenenvorschub
F: Setzt Zustell- und Ebenenvorschub.
Wenn F, F3= und F4= in einen Satz programmiert werden, haben F3= und F4= höhere Priorität als F.

Zustellachse: Achse, die zur Bearbeitungsebene (G17, G18, ...) senkrecht steht.
Radiale Fräsrichtung: Fräsen in der Bearbeitungsebene
Axiale Fräsrichtung: Fräsen in Richtung der Zustellachse (nur in Eintauchrichtung)



F4= Radiale Fräsrichtung
F3= Axiale Fräsrichtung

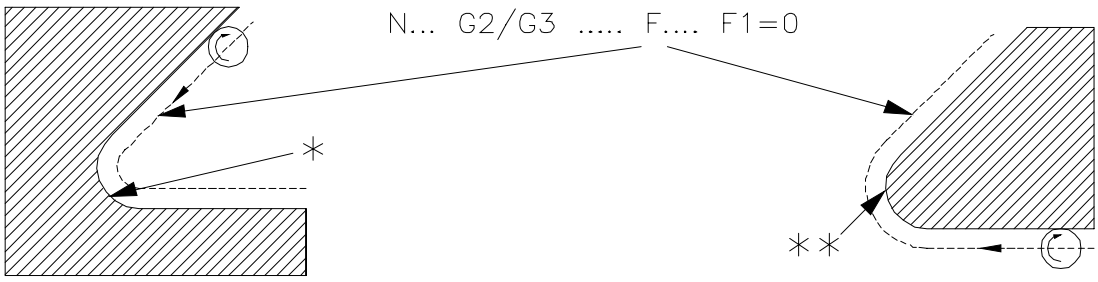
- Zustellvorschub: wirkt nur in den Sätzen, in denen ausschließlich Zustellbewegungen stattfinden.
- Ebenenvorschub: wirkt bei allen anderen Bewegungen, wo keine reine Zustellbewegung stattfindet.

Initialisierung: F3=0, F4=0 und F = 0
Nach M30, Softkey Programm abbrechen oder Softkey CNC rücksetzen werden F, F3= und F4= Null gemacht.

2) Konstanter Schnittvorschub bei Radiuskompensation von Kreisen

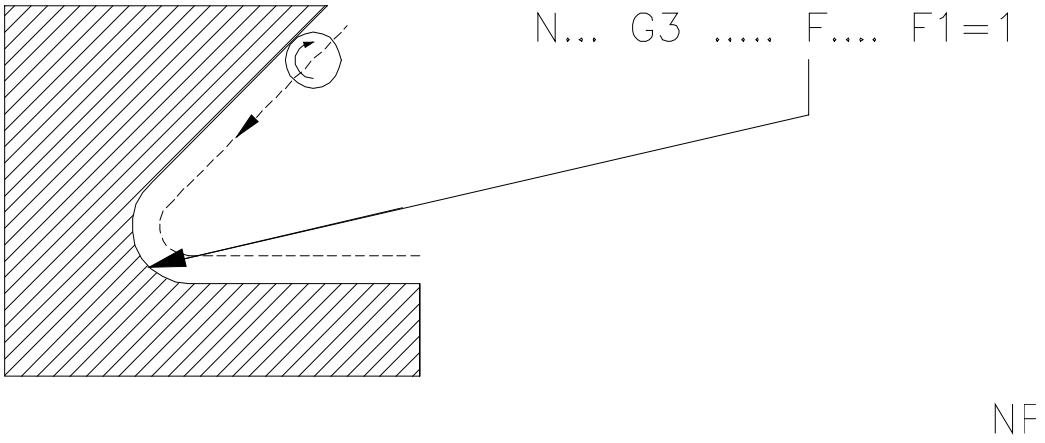
Der Parameter F1= dient dazu, den programmierten Vorschub auf der Werkstückkontur konstant zu halten, ungeachtet des Fräserradius und der Konturform. Diese gesteuerte Geschwindigkeit wird als KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB bezeichnet.

F1=0 kein konstanter Schnittvorschub (Einschaltzustand, M30, Softkey Programm abbrechen oder nach Softkey CNC rücksetzen). Der programmierte Vorschub sollte die Geschwindigkeit der Werkzeugspitze darstellen.

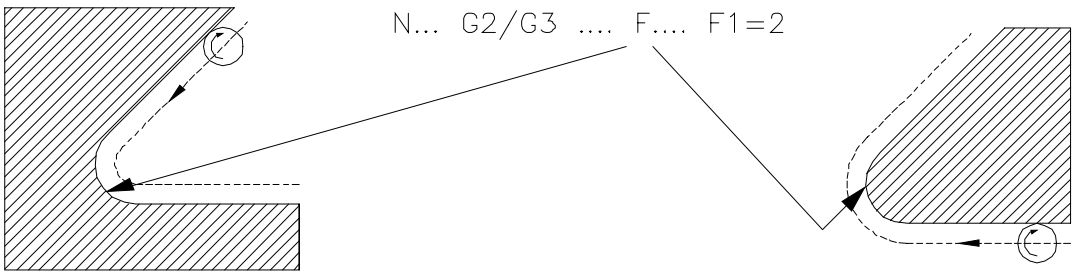


* Schnittvorschub zu groß
** Schnittvorschub zu klein

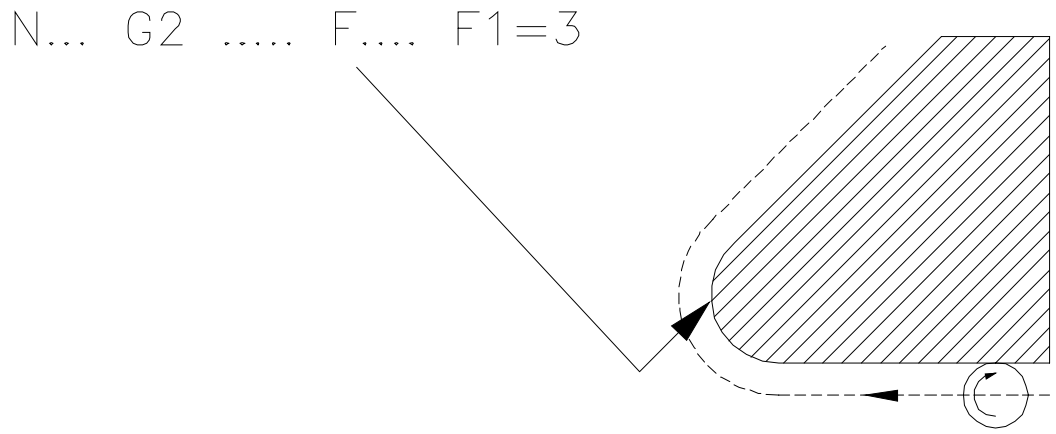
F1=1 konstanter Schnittvorschub nur auf der Innenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt, um sicherzustellen, dass die Werkzeugspitze mit der herabgesetzten Geschwindigkeit auf der Innenseite eines Kreisbogens verfährt.



F1=2 konstanter Schnittvorschub auf der Innen- und Außenseite von Kreisbogen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt (Innenkreisbogen) bzw. heraufgesetzt (Außenkreisbogen), um sicherzustellen, dass die Werkzeugspitze mit der neuberechneten Geschwindigkeit verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



F1=3 konstanter Schnittvorschub nur auf der Außenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird heraufgesetzt, um sicherzustellen, dass die Werkzeugspitze mit der heraufgesetzten Geschwindigkeit auf der Außenseite eines Kreisbogens verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



3) Vorschub in Zyklen

In den Zyklen G81, G83, G85 und G86 ist die Bewegung in "axiale" Richtung keine Zustellbewegung, sondern eine Vorschubebenenbewegung und wird deswegen mit F/F4= programmiert und nicht mit dem Zustellvorschub F3=.

In den Zyklen G87, G88 und G89 kann die Zustellbewegung Satzweise mit F2= programmiert werden, bei modal aktivem Zustellvorschub F3=.

In Easy Operate Zyklen wird F3= als Zustellvorschub verwendet.

Fehlermeldung:
-Wenn Vorschub ist existiert oder Vorschub ist 0 (z.B. F3=0 oder F4=0 oder F0).
Fehlermeldung: P04 Kein Vorschub programmiert

4) Vorschubeinheit für Rundachsen

G94 F5= : Vorschub der Rundachsen
F5=0 Grad/min (Grundstellung)
F5=1 mm/min oder Inch/min

MASCHINEN MIT KINEMATISCHEM MODELL
Die Funktion G94 F5= ist nur möglich, wenn für die Maschine eine kinematische Modell definiert ist. (MC312 muss aktive sein).

RUNDACHSENRADIUS BERECHNUNG G94 F5=1
In Maschinen mit dem kinematischen Modell kann der Drehachsenradius zwischen dem Mittelpunkt der Rundachse und des Werkstücks berechnet werden. Dadurch braucht A40=, B40= und C40= nicht mehr programmiert werden. Die neue Möglichkeit wird über G94 F5=1 programmiert.

AUSSCHALTEN G94 F5=1
G94 F5=1 wird aufgehoben durch G94 F5=0, G95, die Programmierung mit A40=, B40= oder C40= in G0 oder G1, M30, <Programm Abbruch> oder <CNC rücksetzen>.

5) Lokaler Vorschub

F6= ist ein lokaler Vorschub, der nur aktiv ist in dem Satz, in die er programmiert worden ist. F ist der normale Vorschub und gilt auch für die nachfolgenden Sätze.

MAXIMALEN VORSCHUB

Der maximale Vorschub ist Maschinenabhängig.
Den Maschinenunterlagen (MC740) ist zu entnehmen, mit welchen maximalen Vorschub die Werkzeugmaschine betrieben werden kann.

EILGANGBEWEGUNG

Einer F6= im G0 Satz begrenzt der Vorschub. Der Bewegung bleibt einer Eilgang Bewegung. Dass heißt z.B. das die Positionierlogik aktive bleibt.

Beispiel

```
N10 F1000
N10   :        Vorschub mit 1000 mm/min festlegen
```

10.2 H-(Hilfs)-Funktion

Zweck

Die Anwendung der H-Funktion ist dem Maschinenhersteller überlassen. Siehe dazu die Maschinenunterlagen.

Format

N... H...

Art der Funktion

Abhängig vom Maschinenanpassteil

Hinweise und Verwendung

MAXIMALE ANZAHL DEZIMALSTELLEN
Die H-Funktion kann maximal vier Dezimalstellen aufweisen.

10.3 M-Funktionen

10.3.1 M0 Programm Halt

Zweck

Unterbrechen der Programmabarbeitung.

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M0

Zugehörige Funktionen

M1

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Die Funktion M0 wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpassteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese neu programmiert werden.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG

Die Programmabarbeitung wird nach Drücken der Starttaste fortgesetzt.

Beispiel

N200 G1 X100 Y100 F200 M0

N200: Werkzeug auf die programmierte Position fahren und danach die Programmabarbeitung anhalten.

10.3.2 M1 Wahlweiser Programmhalt

Zweck

Unterbrechen der Programmabarbeitung. Die Unterbrechung wird allerdings nur ausgeführt, wenn auch die Funktionstaste WAHLWEISER HALT bei der Betriebsart Maschinenlauf betätigt wurde.

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M1

Zugehörige Funktionen

M0

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Die Funktion M1 wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpassteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese neu programmiert werden.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG

Die Programmabarbeitung wird nach Drücken der Starttaste fortgesetzt.

Bemerkung: Wenn M1 programmiert worden ist und der Haftbefehl wird nicht ausgeführt, so werden die darauffolgenden G1-Sätze mit Genauhalt anstelle ohne Genauhalt abgearbeitet, wobei die G28-Funktion unbeachtet bleibt. Um dies zu vermeiden sollte im Satz unmittelbar nach dem M1-Satz eine Maschinenfunktion programmiert werden.

Beispiel

N200 G1 X100 Y100 F200 M1

N200	Werkzeug auf die programmierte Position fahren und Programmabarbeitung anhalten, sofern die Funktionstaste WAHLWEISER HALT betätigt wurde.

10.3.3 M3/M4 Spindel-EIN, Rechtlauf/Linkslauf

Zweck

Einschalten der Spindel im Rechtslauf (CW) oder Linkslauf (CCW).

M3 Spindelrechtslauf
M4 Spindellinkslauf

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M3/M4

Zugehörige Funktionen

M5, M19
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

SPINDEL EINSCHALTEN

Die Spindel wird eingeschaltet, bevor die im gleichem Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

AUSSCHALTEN

Die Spindel bleibt eingeschaltet, bis sie durch:

- Programmieren der entgegengesetzten Drehrichtung,
- Spindel Halt (M5 bzw. M19),
- Programm-Ende (M30) oder CNC rücksetzen

ausgeschaltet wird.

PROGRAMM HALT (M0/M1) ODER WERKZEUGWECHSEL (M6/M66)

Je nach dem Maschinenanpassteil wird nach einem Programmhaltbefehl oder einem Werkzeugwechselbefehl die Spindeldrehung unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass die Spindel bei Fortsetzung der Programmabarbeitung wieder eingeschaltet wird.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Spindel ausgeschaltet wird. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung muss die Spindeldrehrichtung neu programmiert werden.

Beispiel

N20 G1 X100 Y100 S1000 M3

N20: Vor Anfang der Werkzeugbewegung Spindel einschalten mit Drehung im Rechtslauf. Drehzahl 1000 U/min.

10.3.4 M5 Spindel Halt

Zweck

Ausschalten der Spindel. Je nach dem Maschinenanpassteil wird auch die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet.

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M5

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M19
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Der Spindelbefehl M5 wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

Der Befehl bleibt anstehen, bis ein neuer Spindel-Ein-Befehl programmiert wird.

Beispiel

N35 G1 X50 Y50 F250 M5

N35: Werkzeugbewegung ausführen und danach Spindel ausschalten.

10.3.5 M6 Automatischer Werkzeugwechsel

Zweck

Unterbrechen der Programmausführung, Werkzeug auf eine Wechselposition zurückziehen und einen Werkzeugwechsel vornehmen, entweder automatisch mit Hilfe eines Werkzeugwechslers oder manuell.

Format

N... {T...} {T1=...} {T2=...} M6

Zugehörige Funktionen

M66, M67

Parameter

T	Werkzeugnummer
T1=	Ein-/Ausschalten der Schnittkraftüberwachung
T2=	Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSFÜHREN DES WERKZEUGWECHSELS

Der Werkzeugwechsel wird vorgenommen, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

Hinweis:

Im folgenden wird der am häufigsten verwendete Werkzeugwechselablauf beschrieben.

Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen:

- ob die Verfahrbewegung zur Werkzeugwechselposition vom Maschinenanpassteil ausgeführt wird,
- welche Achsen betroffen sind,
- in welcher Reihenfolge die Achsen verfahren,
- ob die Spindel in einer definierten Endstellung hält,
- ob die Spindeldrehzahl und Kühlmittelzufuhr unterdrückt oder ausgeschaltet werden.

WERKZEUGMASCHINE MIT AUTOMATISCHEM WERKZEUGWECHSLER

Der M6-Befehl bewirkt den nachfolgenden Betriebsablauf:

- Das Werkzeug verfährt zuerst im Eilgang auf die Wechselposition
- Das alte Werkzeug wird durch einen neues ersetzt und die Werkzeugkorrekturwerte des neuen Werkzeugs werden aktiviert.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG NACH EINEM AUTOMATISCHEN WERKZEUGWECHSEL

Die Programmabarbeitung wird automatisch mit der Bewegung im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl fortgesetzt.

WERKZEUGMASCHINE OHNE AUTOMATISCHEN WERKZEUGWECHSLER

Der M6-Befehl bewirkt den nachfolgenden Betriebsablauf:

- Das Werkzeug verfährt zuerst im Eilgang auf die Wechselposition
- Die Programmabarbeitung wird unterbrochen, so dass das Werkzeug von Hand gewechselt werden kann.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG NACH EINEM MANUELLEN WERKZEUGWECHSEL

Nachdem das Werkzeug gewechselt wurde, wird durch Drücken der Starttaste die Programmabarbeitung mit der Bewegung im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl fortgesetzt.

GESUCHTES WERKZEUG (T)

Wenn im M6-Satz kein T-Wort programmiert ist, so wird das zuletzt programmierte Werkzeug eingewechselt und dessen Maße aktiviert.

Dieser Fall tritt ein, wenn das Werkzeug während der Programmabarbeitung gesucht wird.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpassteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese nach einem Werkzeugwechselbefehl neu programmiert werden.

WERKZEUGWECHSELPOSITION

Es empfiehlt sich, sämtliche an der Verfahrbewegung auf die Werkzeugwechselposition beteiligte Achsen im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl oder im nächsten Satz zu programmieren. Auf diese Weise werden "Manuelle Satzsuche" und "Neustart" nach einer Programmunterbrechung immer in der gleichen Weise ausgeführt.

INKREMENTALE PROGRAMMIERUNG NACH EINEM WERKZEUGWECHSEL

Bei der inkrementelle Programmierung beziehen sich die Inkremente auf die zuletzt programmierte Position. Eine Werkzeugwechselposition wird nicht als eine programmierte Position betrachtet.

Beispiel

N100 T12 M6

N100: Unterbrechung der Programmausführung, damit ein neues Werkzeug eingewechselt werden kann. Die Korrekturwerte von Werkzeug Nr. 12 werden aktiviert.

10.3.6 M7/M8 Kühlmittel Nr. 2 / Nr. 1 einschalten

Zweck

Kühlmittel einschalten
M7 : Kühlmittel Nr. 2 einschalten (innere Kühlmittelzufuhr)
M8 : Kühlmittel Nr. 1 einschalten (im allgemeinen äußere Kühlschmierstoff-Zufuhr).

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M7/M8

Zugehörige Funktionen

M9, M13, M14

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTEN
Die Kühlmittelzufuhr wird eingeschaltet, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

AUSSCHALTEN
Die Funktion bleibt wirksam, bis sie durch:
- Kühlmittel Aus (M9),
- Programm-Ende (M30) oder CNC rücksetzen

aufgehoben wird.

SPINDEL HALT (M5)
Je nach dem Maschinenanpassteil wird nach einem Spindelhaltbefehl auch die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet.

PROGRAMM HALT (M0/M1) ODER WERKZEUGWECHSEL (M6/M66)
Je nach dem Maschinenanpassteil wird nach einem Programmhaltbefehl oder einem Werkzeugwechselbefehl auch die Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet wird.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Kühlmittelzufuhr nach einem Programm- Haftbefehl oder einem Werkzeugwechselbefehl ausgeschaltet wird. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung muss diese neu programmiert werden.

Beispiel

N90 G1 X10 Y10 F200 M7

N90: Einschalten von Kühlmittel Nr. 2 vor Anfang der programmierten Werkzeugbewegung.

10.3.7 M9 Kühlmittel ausschalten

Zweck

Gleichzeitiges Ausschalten der beiden Kühlmittel

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M9

Zugehörige Funktionen

M7, M8, M13, M14

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Der M9-Befehl wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.
Der Befehl bleibt anstehen, bis ein neuer Kühlmittel-Ein-Befehl (M7/M8 oder M13/M1) programmiert wird.

Beispiel

N110 G1 X30 Y35 F150 M9

N110: Kühlmittel ausschalten, nachdem die programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

10.3.8 M13/M14 Kühlmittel Nr. 1 einschalten und Spindel im Rechtslauf/Linkslauf

Zweck

Einschalten von Kühlmittel Nr. 1 zusammen mit
M13 Spindel im Rechtslauf oder
M14 Spindel im Linkslauf

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M13/M14

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M7, M8, M9
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Die Spindel und die Kühlmittelzufuhr werden eingeschaltet, bevor die im gleichem Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

AUSSCHALTEN DER SPINDEL

Die Spindel bleibt eingeschaltet, bis sie durch:

- Spindel Halt (M5 bzw. M19),
- Programm-Ende (M30) oder CNC rücksetzen

ausgeschaltet wird.

AUSSCHALTEN DER KÜHLMITTELZUFUHR

Die Kühlmittelzufuhr bleibt eingeschaltet, bis sie durch

- Kühlmittel Aus (M9),
- Programm-Ende (M30) oder CNC rücksetzen

ausgeschaltet wird.

SPINDEL HALT (M5)

Je nach dem Maschinenanpassteil wird nach einem Spindelhaltbefehl auch die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet.

PROGRAMM HALT (M0/M1) ODER WERKZEUGWECHSEL (M6/M66)

Je nach dem Maschinenanpassteil wird nach einem Programmhaltbefehl oder einem Werkzeugwechselbefehl die Spindel und die Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Spindel und die Kühlmittelzufuhr nach einem Programmhaltbefehl oder einem Werkzeugwechselbefehl ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese neu programmiert werden.

Hinweis: Der Einsatz der Funktionen M13 und M14 fordert die Einstellung einer Maschinenkonstanten in der Steuerung. Auch muss das Maschinenanpassteil in der Lage sein, diese Funktionen zu verarbeiten. Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen, ob die Funktionen programmiert werden können.

Beispiel

N120 G1 X50 Y50 F100 S500 M13

Einschalten von Kühlmittel Nr. 1 und Spindel im Rechtslauf (Drehzahl 500 U/min), bevor die programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

10.3.9 M19 Orientierter Spindel Halt ausführen

Zweck

Anhalten der Spindel in einer festen Winkellage oder - bei Anwendung einer Analogspindel und eines Spindelgebers - in einer programmierten Winkellage.

Format

N... {D...} M19

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M13, M14

Parameter

D Spindelversatzwert

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

WINKELLAGE (D)
Die Winkellage wird von einer festen Position aus gemessen, die durch IPLC definiert ist.

DREHRICHTUNG
Die Bewegung der Spindel auf die Messposition erfolgt immer in einer festen Richtung, die über eine Maschinenkonstante definiert ist.

VORZEICHEN DES D-WORTES (MC2412)
D+: der Winkel in der definierten Drehrichtung
D-: der Winkel (360° - D-Wert) in der definierten Richtung

Hinweis: Das D-Wort ist nur verfügbar, wenn eine bestimmte Maschinenkonstante gesetzt ist. (MC2591)

AKTIVIEREN
Der M19-Befehl wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

Die Spindellage bleibt unverändert erhalten, bis ein Spindel-Ein-Befehl oder ein neuer M19-Befehl mit geänderter Lage programmiert wird.

Beispiel

N125 D30 M19
N125: Spindel hält um +30° von der festen Winkellage an.

10.3.10 M25 Werkzeugmaß Messen

Zweck

Messen von Werkzeugmaßen mit einem Messtaster mit Würfelmessspitze.

Die Funktion G50 dient zum Ändern der abgespeicherten Werkzeugmaße, falls die erfassten Maße nicht im spezifizierten Bereich der Grenzwerte liegen.

Format

N... G45 [I / J / K] X1=... M25

Zugehörige Funktionen

-

Parameter

I	+/-	2.3	Messrichtung für X-Achse
J	+/-	2.3	Messrichtung für Y-Achse
K	+/-	2.3	Messrichtung für Z-Achse
L	+/-	2.3	Messrichtung für B-Achse
X1=	+/-	6.3 | 5.4	Vormessstrecke (mm/Inch)

Hinweise und Verwendung

G45-MessZYKLUS
zum Messen der Werkzeuge kommt ein an einer festen Stelle angebrachter Messtaster mit Würfelmessspitze zum Einsatz.

Die Messposition wird in den CNC-Speicher geladen.

MASCHINENKONSTANTENSPEICHER -
In diesem Speicher wird folgendes abgelegt:
- die Koordinaten der festen Lage des Messtasters
- die Abmessungen der Würfelspitze des Messtasters.

Art der Funktion

nicht modal

Beispiel

N90 G45 -I X1=5 M25
N90: Das Werkzeug in der negativen Richtung der X-Achse messen. Die Vormessstrecke ist 5 mm.

10.3.11 M26 Messtaster Kalibrieren

Zweck

Durch Antasten eines Kalibrierringes (Ringlehre, dessen Durchmesser exakt bekannt ist) wird der Messtasterradius ermittelt.

Format

Verwendung der Außenfläche der Ringlehre:
N... G46 [I+1,J+1 / J+1,K+1 / I+1,K+1] T... X1=... F... M26

Verwendung der Innenfläche der Ringlehre:
N... G46 [I-1,J-1 / J-1,K-1 / I-1,K-1] T... X1=... F... M26

I und J - Lehre liegt in der XY-Ebene; J und K - Lehre liegt in der YZ-Ebene; I und K - Lehre liegt in der XZ-Ebene

Parameter

I	+/-	1	Messrichtung für X-Achse (J oder K muss auch angegeben werden)
J	+/-	1	Messrichtung für Y-Achse (I oder K muss auch angegeben werden)
K	+/-	1	Messrichtung für Z-Achse (I oder J muss auch angegeben werden)
F	+/-	4.3 | 3.4	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min | Inch/min)
T		7.2 |	Werkzeugnummer
X1=	+/-	6.3 |5.4	Vormessstrecke (mm/Inch)

Hinweise und Verwendung

MESSZYKLUS
Der Ablauf des G46/M26-Messzyklus ist ähnlich wie beim G46-Messzyklus. Die Differenz zwischen dem gemessenen Mittelpunkt und dem im Maschinenkonstantenspeicher abgelegten Mittelpunkt wird errechnet und kann von der G50-Funktion zum Verschieben des Nullpunktes verwendet werden.

MASCHINENKONSTANTENSPEICHER (MC242 / MC292 usw.).
In diesem Speicher wird folgendes abgelegt:
- die Koordinaten der festen Lage der Ringlehre
- der Durchmesser der Ringlehre.

Wenn X1= nicht im M26-Satz programmiert ist, so wird ein festvorgegebener Wert (Maschinenkonstante) benutzt.

Art der Funktion

nicht modal

Beispiel

N190 G46 I-1 K-1 T15 F50 M26:

Taster Kalibrieren, indem er zur Außenfläche der Ringlehre in der XZ-Ebene gefahren wird. Der Tasterradius wird im Werkzeugspeicherplatz T15 abgelegt. Für X1= wird ein festvorgegebener Wert (Maschinenkonstante) benutzt.

10.3.12 M24/M27/M28 Ein-/Ausschalten des Messtasters

Zweck

Vor Anfang der bevorstehenden Messarbeiten dem Messtaster (Infrarottaster oder festverdrahteter Taster) einschalten bzw. nach Abschluss der Messarbeiten den Messtaster ausschalten.

M24 : Messtaster einschalten (Messtaster steht am Tisch)

M27 : Messtaster einschalten (Messtaster sitzt im Spindel)

M28 : Messtaster ausschalten

Format

Messtaster einschalten
N... M27
oder
N... M24

Messtaster ausschalten
N... M28

Zugehörige Funktionen

G145, Werkzeugmessen G600-G609

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN
Der M24- M27-Befehl wird aktiviert, bevor die im gleichen Satz programmierten Bewegungen ausgeführt sind, der M28-Befehl, nachdem die Bewegungen ausgeführt sind.

AUSSCHALTEN
Der Messtaster wird durch M28, M30 (Programm-Ende) oder CNC rücksetzen ausgeschaltet.

10.3.13 M30 Teileprogramm-Ende

Zweck

Abschluss der Teileprogrammausführung mit Rücksprung zum Programmanfang.

Format

N... M30

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN
Der M30-Befehl wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

SPINDELDREHUNG UND KÜHLMITTELZUFUHR
Ein Satz mit M30 bewirkt das Ausschalten der Spindel und der Kühlmittelzufuhr.

EINSCHALTSTELLUNG
Beim Ausführen von M30 wird die für eine bestimmte Gruppe von G-Funktionen geltende Einschaltstellung (falls vorgesehen) automatisch wirksam.

Weitere Funktionen mit einer Einschaltstellung werden ebenfalls zurückgesetzt.

Beispiel

```
N9001
N1 ...
:
N... M30
```

Erläuterung:

N9001	: Programmname
N1 bis N...	: Teileprogrammanweisungen
N...	: Programm-Ende und Rücksprung zum Programmanfang

10.3.14 M41/M42/M43/M44 Auswahl Spindeldrehzahlbereich

Zweck

Auswahl der Getriebestufe für die erforderliche Spindeldrehzahl. Im allgemeinen erfolgt die Auswahl automatisch durch die Steuerung. In ganz speziellen Fällen kann es notwendig werden, die Drehzahl zu verändern, ohne dass die Getriebestufe gewechselt werden soll. Es werden dann die Funktionen M41-M44 eingesetzt.

M41	: 1. Drehzahlbereich	(MC4425)
M42	: 2. Drehzahlbereich	(MC4445)
M43	: 3. Drehzahlbereich	(MC4465)
M44	: 4. Drehzahlbereich	(MC4485)

Format

N... S... M41/M42/M43/M44

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M13, M14, M19

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

DREHZAHLBEREICHS-AUSWAHL

Die Auswahl des Drehzahlbereiches kann folgendermaßen erfolgen:
- automatisch durch die CNC (die entsprechende M-Funktion wird automatisch von der CNC erzeugt)
- durch Programmieren der entsprechenden M-Funktion (hilfreich bei überlappenden Drehzahlbereichen)

GRENZWERTE DER DREHZAHLBEREICHE

Die Grenzwerte der Drehzahlbereiche sind im Maschinenkonstantenspeicher der CNC abgelegt.

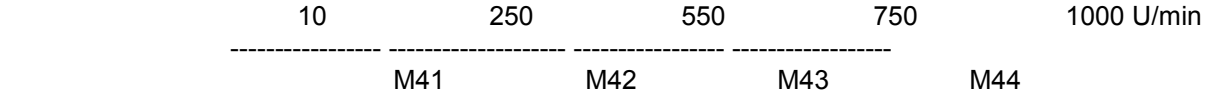
ART DER DREHZAHLBEREICHE

Die Drehzahlbereiche können entweder getrennt oder überlappend sein.
Wenn keine M-Funktion für die Bereichsauswahl programmiert ist und die Spindeldrehzahl kommt in zwei Bereichen vor, so wird automatisch der höchste Bereich ausgewählt.

Beispiel

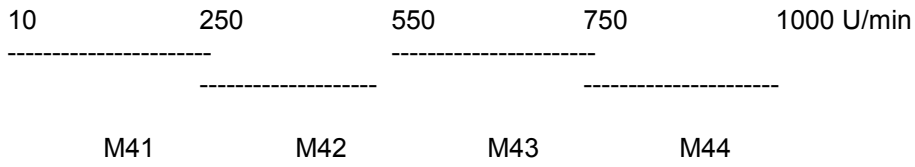
Beispiel nicht-überlappender Drehzahlbereiche:

M41: 10 - 250 U/min
M42: 250 - 550 U/min
M43; 550 - 750 U/min
M44: 750 -- 1000 U/min



Beispiel überlappender Drehzahlbereiche:

M41 : 10 - 250 U/min
M42 : 200 -- 550 U/min
M43 : 500 - 750 U/min
M44 : 700 - 1000 U/min



Programmierbeispiel

N10 S50 M41

N10: Es wird unterstellt, dass die obigen Drehzahlbereiche gelten. Die erforderliche Spindeldrehzahl beträgt 50 U/min. M41 wird programmiert, damit Bereich 1 ausgewählt wird. Die automatische Bereichsauswahl wird nicht verwendet.

10.3.15 M66 Manuellen Werkzeugwechsel ausführen

Zweck

Unterbrechen der Programmausführung ohne Rückzug des Werkzeugs auf eine Wechselposition, damit ein manueller Werkzeugwechsel vorgenommen werden kann.

Format

N... T... {T1=...} {T2=...} M66

Zugehörige Funktionen

M6, M67

Parameter

T = Werkzeugnummer
T1= Ein-/Ausschalten der Schnittkraftüberwachung
T2= Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

VERWENDUNG VON M66

Die M66-Funktion wird eingesetzt:
- bei Werkzeugen die sich nicht im Werkzeugmagazin befinden

WERKZEUGWECHSEL AUSFÜHREN

Der Werkzeugwechsel wird vorgenommen, bevor die im gleichem Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

WERKZEUGMASCHINE MIT AUTOMATISCHEM WERKZEUGWECHSLER

M66 wird verwendet für Werkzeuge, die sich nicht im Werkzeugmagazin befinden. Es erfolgt kein automatischer Rückzug auf die Werkzeugwechselposition und kein Werkzeugwechsel.

Es kann notwendig sein, dass ein Werkzeug zuerst aus der Spindel gewechselt (mit TO M6) und an seinen Platz im Magazin zurückgebracht werden muss.

Es kann ebenfalls notwendig sein, dass ein Rückzug auf eine Position programmiert werden muss, an der das Werkzeug eingewechselt werden kann.

WERKZEUGMASCHINE OHNE AUTOMATISCHEN WERKZEUGWECHSLER

M66 bewirkt die Unterbrechung der Programmabarbeitung ohne Rückzug des Werkzeugs auf die Wechselposition, so dass das Werkzeug von Hand gewechselt werden kann.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG

Nach Abschluss des Werkzeugwechsels wird die Programmabarbeitung mit der Bewegung im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl fortgesetzt, indem die Starttaste gedrückt wird.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpassteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, dass bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, dass die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese nach dem Werkzeugwechselbefehl neu programmiert werden.

Beispiel

N200 T24 M66

N200: Unterbrechung der Programmabarbeitung und manueller Werkzeugwechsel. Die Maße von Werkzeug T24 werden aktiviert.

10.3.16 M67 Werkzeugkorrekturwerte ändern

Zweck

Aktivieren der Werkzeugkorrekturwerte, ohne dass ein Werkzeugwechsel ausgeführt wird.

Format

N... T... {T2=...} M67

Zugehörige Funktionen

M6, M66

Parameter

T Werkzeugnummer
T2= Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

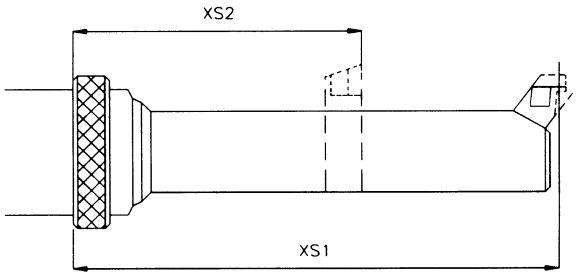
WERKZEUGE MIT MEHREREN SCHNEIDKANTEN

Wird ein Werkzeug mit mehreren Schneidkanten, z.B. eine Bohrstange, eingesetzt, so hat jede Schneidkante ihre eigene spezifische Länge und Radius, die als Korrekturen und zusätzliche Korrekturen für das gleiche Werkzeug im Werkzeugspeicher abgelegt sind.

AKTIVIEREN DER WERKZEUGMAßE

Die neuen Werkzeugmaße werden aktiviert, bevor die im gleichem Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

Beispiel



Die als Werkzeug T12 gekennzeichnete Bohrstange im obigen Bild hat zwei Schneidkanten. Schneidkante 1 mit der Werkzeuglänge XS1 wird als L=XS1 im Werkzeugspeicher abgelegt, Schneidkante 2 mit der Werkzeuglänge XS2 als L1=XS2.

N100 T12 M6
N110 - N140
N150 T12 T2=1 M67

Erläuterung:

N100: Die Bohrstange wird eingewechselt und die Korrekturwerte von T12 werden benutzt
N110 - N140: Die mit T12 definierte Schneidkante wird eingesetzt
N150: Wechsel der Korrekturwerte von XS1 auf XS2. Die Bohrstange selbst wird nicht gewechselt.

10.4 S-Funktion

Zweck

Einstellen der Hauptspindeldrehzahl (S) oder Zweite Spindel (S1=) in Umdrehungen pro Minute (U/min). Die in der Praxis verwendete Drehzahl wird durch verschiedene Faktoren bedingt, wie z.B. Werkstoff, Bearbeitungsart und Werkzeug.

Format

N... {S....} {S1=...}

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M13, M14, M19
M41, M42, M43, M44
M1=3, M1=4, M1=5

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

MAXIMALE DREHZAHL

Die maximale Drehzahl beträgt 50000 U/min und wird mit dem S-Wort programmiert.
Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen, mit welchen Spindeldrehzahlen die Werkzeugmaschine betrieben werden kann.

Die maximale Drehzahl für die zweite Spindel ist festgelegt in MC2691.

SPINDELDREHRICHTUNG

Für die Programmierung der Spindeldrehrichtung siehe die Beschreibung von M3/M4.

SPINDELDREHZAHLBEREICHE

Für die Auswahl eines Spindeldrehzahlbereiches siehe die Beschreibung von M41/M42/M43/M44.

TECHNOLOGIETABELLEN

Wird das Teileprogramm über die Steuerung eingegeben oder optimiert, so kann die Spindeldrehzahl den in der Steuerung abgespeicherten Technologietabellen entnommen werden.

Zur Auswahl aus diesen Tabellen ist die Eingabe von Werkstoff, Bearbeitungsart und Werkzeug ebenfalls notwendig.

Einzelheiten über die Verwendung der Technologietabellen sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Beispiel

N10 S1000

N10: Spindeldrehzahl mit 1000 U/min festlegen

10.5 T-Funktion Werkzeugspeicher

a Beschreibung T-Funktion
b Beschreibung Werkzeugspeicher

10.5.1 T-Funktion

Zweck

Eingabe der Werkzeugnummer in den CNC-Werkzeugspeicher. Angabe, dass das Werkzeug eingewechselt werden muss. Aktivieren der Werkzeugkorrekturdaten während der Programmabarbeitung. Auslösung der Suche nach einem anderen Werkzeug im Werkzeugmagazin.

Format

Automatischer Werkzeugwechsel
N... {T...} {T2=1/2) {T1=...} M6

Manueller Werkzeugwechsel
N... T... {T2=1/2} {T1=...} M66

Ändern der Korrekturdaten
N... T... {T2=1/2} M67

Werkzeugwechsel mit ausreichender Werkzeugstandzeit
N... T... T3=... M6/M66

Zugehörige Funktionen

M6, M66, M67

Parameter

T	Werkzeugnummer
T1=	Ein-/Ausschalten der Schnittkraftüberwachung
T2=	Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen
T3=	Suchen nach einem Werkzeug mit genügender Werkzeugstandzeit

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGSPEICHER

Die Steuerung besitzt einen separaten Speicher, in dem die Werkzeugdaten und weitere Werkzeugbezogene Parameter abgelegt werden. Siehe den Anhang "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung dieses Speichers.

MAXIMALE ANZAHL DER WERKZEUGE

Der Werkzeugspeicher kann bis zu 255 Sätze von Werkzeugdaten aufnehmen. Die tatsächlich gespeicherte Anzahl wird mittels einer Maschinenkonstanten festgelegt.

WERKZEUGNUMMER **(T)**

Die Werkzeugnummer im Werkzeugspeicher dient zur Kennzeichnung des Werkzeugs. Sie wird mit der Adresse T und einer 10-stelligen Zahl mit Dezimalpunkt eingegeben. Die 8 Stellen vor dem Dezimalpunkt sind für die Werkzeugkennnummer vorgesehen. Diese Zahl wird auch im Teileprogramm verwendet und mit dem T-Wort programmiert.
Die 2 Stellen nach dem Dezimalpunkt sind zur Kennzeichnung des zugehörigen Ersatzwerkzeugs vorgesehen. Diese Zahl kann ggf. auch im Teileprogramm verwendet werden.

ZUSÄTZLICHE WERKZEUGKORREKTUREN **(T2=)**

Einem Werkzeug können zusätzliche Korrekturwerte zugeordnet werden. Somit kann die Werkzeuglänge, der Werkzeugradius und der Werkzeugeckenradius mit L, L1=, L2=, R, R1=, R2= bzw. C, C1= C2= angegeben werden.

Mit dem Wort T2= im Teileprogramm wird angegeben, welche Korrekturwerte beim Einwechseln des Werkzeugs benutzt werden.

T2= nicht programmiert: es werden die mit L, R und C angegebenen Korrekturwerte benutzt.
T2=1: Es werden die mit L1=, R1= und C1= angegebenen Korrekturwerte benutzt.
T2=2: Es werden die mit L2=, R2= und C2= angegebenen Korrekturwerte benutzt.

Beispiel:
Ein Programmsatz mit den Wörtern T1234 T2=2 M6 bewirkt das Einwechseln von Werkzeug Nr. 1234, wobei die zweiten Korrekturwerte aktiviert werden.

WERKZEUGWECHSEL MIT GENÜGEND WERKZEUGSTANDZEIT **(T3=)**

Mit dem Wort T3= im Teileprogramm wird angegeben, welches Werkzeug mit genügender Rest-Werkzeugstandzeit beim Einwechseln des Werkzeugs benutzt wird.
Ein Werkzeug kann mehrere Schwesterwerkzeuge mit unterschiedlichen Rest-Werkzeugstandzeiten haben. (Siehe: WERKZEUGSTANDZEIT-ÜBERWACHUNG im "WERKZEUGSPEICHER"). Mit der Programmierung von T3= in einem Suchsatz oder bei dem Werkzeugwechsel wird ein Werkzeug gesucht, dass mindestens genügend Restzeit übrig hat.

Wenn kein Werkzeug mit genügender Reststandzeit gefunden wird, kommt Fehler P117.

Beispiel:
Ein Programmsatz mit den Wörtern T1234 T3=1.1 M6 bewirkt das Einwechseln von Werkzeug Nr. 1234.??, wobei die Reststandzeit mindestens 1.1 Minuten sein muss.

Bemerkung: Wenn die Standzeit eines Ersatzwerkzeuges während der Bearbeitung abläuft, so wird der Programmlauf mit der Fehlermeldung P118 unterbrochen. Indem die Fehlermeldung gelöscht und die Starttaste gedrückt wird, wird der Programmlauf wiederaufgenommen. Diese Fehlermeldung wird nur ausgelöst, wenn innerhalb der Operationsfolge Werkzeugauswahl, Werkzeugstandzeitablauf, Ersatzwerkzeug-Auswahl, Ersatzwerkzeugstandzeitablauf keine weiteren Werkzeuge gewechselt werden. Um diesen Fehlerzustand zu vermeiden kann der Programmierer vor dem Satz mit dem Werkzeugwechsel einen leeren Satz programmieren oder er kann die beschriebene Lage umgehen.

Bemerkung: Wenn im Werkzeugspeicher Ersatzwerkzeuge außerhalb des Werkzeugmagazin-Bereichs abgelegt sind (Platz > MC28), so kann bei der Auswahl eines Ersatzwerkzeuges während des Programmlaufs die Fehlermeldung P117 ausgelöst werden. Um dies zu vermeiden sollten die Ersatzwerkzeuge innerhalb des Werkzeugmagazinbereichs im Werkzeugspeicher abgelegt werden, wenigstens jene Ersatzwerkzeuge, die während des Programmlaufs eingesetzt werden können. Sind für ein Werkzeug mehrere Ersatzwerkzeuge im Werkzeugspeicher vorgesehen, so sollten die Werkzeuge mit der niedrigsten Ersatzzuweisung im Werkzeugmagazinbereich abgelegt werden.

WERKZEUGWECHSELBEFEHLE **(M6, M66, M67)**

Ein Werkzeugwechsel wird mit M6 (automatischer Werkzeugwechsel) oder mit M66 (manueller Werkzeugwechsel) ausgelöst, ein Werkzeugkorrekturwechsel mit M67. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung dieser M-Funktionen.

WECHSELN DES WERKZEUGS AUS DER SPINDEL

Mit TO M6 wird das Werkzeug aus der Spindel gewechselt und an den ursprünglichen Platz im Magazin zurückgebracht.

Wechseln des Werkzeugs aus der Spindel ist notwendig:

- vor einem manuellen Werkzeugwechsel,
- bei übergroßen Werkzeugen.

WERKZEUGSUCHLAUF

Während des Programmablaufs kann das nächste Werkzeug bereits im Magazin gesucht werden, damit es beim nächsten Werkzeugwechsel sofort eingewechselt werden kann.

Wird das T-Wort ohne Werkzeugwechselbefehl programmiert, erfolgt automatisch ein Suchlauf nach dem nächsten Werkzeug, sofern das Maschinenanpassteil dies zulässt.

ERSATZWERKZEUGE

Ein Ersatzwerkzeug wird eingesetzt, wenn die Standzeit des Bearbeitungswerkzeugs abgelaufen ist oder, wenn die niedrigste Leistungsgrenze der Schnittkraftüberwachung überschritten wird.

Das Ersatzwerkzeug wird durch die 2-stellige Zahl am Ende der Werkzeugnummer (nach dem Dezimalpunkt) gekennzeichnet.

ERSATZWERKZEUG-AUSWAHL

Beim Ausführen eines Programmsatzes mit T1 M6 erfolgt im Werkzeugspeicher eine Suche nach dem Ersatzwerkzeug T1.xx.

Es wird das Ersatzwerkzeug mit der niedrigsten Nummer ausgewählt, sofern es nicht gesperrt ist. Anderenfalls wird das Ersatzwerkzeug mit der nächsthöheren Nummer verwendet.

Beispiel:
Die Programmierung von T1.05 bewirkt den Einsatz von Ersatzwerkzeug 05 von Werkzeug 1.

WERKZEUGSTANDZEIT-ÜBERWACHUNG

Jedem Werkzeug wird eine bestimmte Standzeit zugeordnet. Immer, wenn das Werkzeug eingesetzt wird, wird die Standzeit um die Schnittzeit herabgesetzt. Nach Ablauf der Standzeit wird eine Warnmeldung ausgegeben, so dass das Werkzeug ersetzt werden kann.

Siehe "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung der Werkzeugstandzeitüberwachung und den Vorgang beim Überschreiten der Standzeit.

Bemerkung: Bei Verfahrbewegungen deren Dauer weniger als 0,1 Minute beträgt, wird die Werkzeugstandzeit nicht dekrementiert. Je nach der Häufigkeit dieser kurzen Verfahrbewegungen im Programm kann der Bediener die Werkzeugstandzeit auf einen angemessenen Wert ändern oder den Werkzeugverschleiß überwachen. Für CAD-erzeugte Programme, die eine Vielzahl kurzer Bewegungssätze aufweisen können, sollte ein Ersatzwerkzeug programmiert werden.

WERKZEUGBRUCH-ÜBERWACHUNG

Die Werkzeuglänge wird mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externer Vorrichtung gemessen, und zwar beim Einwechseln des Werkzeugs in die Spindel und nochmals wenn das Werkzeug an seinen Platz im Magazin zurückgebracht wird. Wenn die Differenz zwischen den beiden Messungen größer ist als ein bestimmter Toleranzwert, so erfolgt eine Fehlermeldung und das Werkzeug wird gesperrt.

Siehe den Anhang "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung der Werkzeugbruchüberwachung und den Vorgang beim Überschreiten des Toleranzwertes.

WERKZEUGSCHNITTKRAFT-ÜBERWACHUNG

Die auf ein bestimmtes Werkzeug ausgeübte Schnittkraft kann mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung überwacht werden, indem die Antriebsleistung der Spindel dauernd gemessen wird. Wird eine Überlastung festgestellt, erfolgen geeignete Maßnahmen um Schaden am Werkstück oder Werkzeug vorzubeugen.

EINSCHALTEN DER SCHNITTKRAFTÜBERWACHUNG (T1=)

Die Schnittkraftüberwachung wird mit dem Wort T1= in Verbindung mit einem Zahlenwert zwischen 1 und 99 eingeschaltet. Der Zahlenwert gibt die zu verwendende Gruppe von Leistungsgrenzen an. T1= wird im Satz mit einer der Werkzeugwechselfunktionen (M6 oder M66) programmiert.

AUSSCHALTEN DER SCHNITTKRAFTÜBERWACHUNG

Die Schnittkraftüberwachung wird mit dem Wort T1=0 ausgeschaltet, oder wenn das Wort T1= nicht programmiert wird.

Hinweise:

1. Die Schnittkraftüberwachung wird normalerweise nur bei schweren Schnitten eingesetzt, in der Regel bei Werkzeugen mit d > 10 mm.

2. Siehe "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung der Leistungsgrenzen der Schnittkraftüberwachung und den Vorgang beim Überschreiten der Leistungsgrenzen.

10.5.2 Werkzeugspeicher

Zweck

Der Werkzeugspeicher der Steuerung dient zum Speichern der Werkzeugmaße und weiterer Werkzeugbezogener Parameter. Der Speicher kann sowohl innerhalb als außerhalb einer FMS-Umgebung verwendet werden.

Dieser Abschnitt gibt eine allgemeine Beschreibung der im Werkzeugspeicher abgelegter Parameter. Für die an der Werkzeugmaschine vorgesehene Überwachungsvorrichtungen sei auf die Maschinenunterlagen verwiesen. Für die Eingabe der Werkzeugdaten in den Speicher sei auf die Bedienungsanleitung der Steuerung verwiesen.

Adresse im Werkzeugspeicher:

P, T, T2=1/2, T1=, T3=, L, L1=, L2=, R, R1=, R2=, C, C1=, C2=, L4=, R4=, L5=, R5=, L6=, R6=, G, Q3=, Q4=, I2=, A1=, E, S, M, M1=, M2=, B, B1=, Q5=, O

P	Platz des Werkzeugs im Magazin
T	Werkzeugnummer
L	Werkzeuglänge
R	Werkzeugradius
C	Werkzeugeckenradius
L4=	Aufmaß Länge
R4=	Aufmaß Radius
G	Graphik
Q3=	Werkzeugtyp
Q4=	Anzahl Werkzeugzähne
I2=	Schneidrichtung
A1=	Eintauchwinkel
S	Werkzeuggröße
E	Werkzeugstatus
M	Werkzeugstandzeit
M1=	Verbleibende Werkzeugstandzeit
M2=	Werkzeugstandzeitüberwachung
B	Werkzeugbruchtoleranz
B1=	Werkzeugbruchüberwachung
L1=	Erster zusätzliche Werkzeuglänge
R1=	Erster zusätzlicher Werkzeugradius
C1=	Erster zusätzlicher Werkzeugeckenradius
L2=	Zweite zusätzliche Werkzeuglänge
R2=	Zweiter zusätzlicher Werkzeugradius
C2=	Zweiter zusätzlicher Werkzeugeckenradius
L5=	Verschleißtoleranz Länge
R5=	Verschleißtoleranz Radius
L6=	Messversatz Länge
R6=	Messversatz Radius
Q5=	Werkzeugbruchüberwachungs- Zyklus (0-9999)
O	Werkzeugorientierung (nur Drehen)

Beschreibung der Adresse

WERKZEUGMAGAZIN MIT FREIEM ZUGRIFF

Bei einem Werkzeugmagazin das beliebig gefüllt werden kann muss vor Anfang des ersten Programmablaufs eine Tabelle im Werkzeugspeicher der Steuerung angelegt werden, in die für jedes Werkzeug sein Platz im Magazin sowie die entsprechende Kennummer eingetragen wird.

Beim Werkzeugwechsel (M6) wird das programmierte Werkzeug aus dem Magazin entnommen und das gebrauchte Werkzeug an den leeren Platz des entnommenen Werkzeug zurückgebracht. Die Werkzeugplatztabelle wird automatisch von der CNC auf den letzten Stand gebracht.

PLATZ DES WERKZEUGS IM MAGAZIN **(P)**

Mit dem 3-stelligen P-Wort wird der Platz des Werkzeugs im Magazin angegeben. Platz 1 wird mit P1 angegeben, Platz 2 mit P2, usw. Die tatsächliche Anzahl der Werkzeugplätze im Magazin wird als Maschinenkonstante gespeichert.

WERKZEUGNUMMER **(T)**

Das Werkzeug wird mit der Werkzeugnummer gekennzeichnet. Die Nummer wird mit der Adresse T und einer 10-stelligen Zahlenwert eingegeben. Die 8 Stellen vor dem Dezimalpunkt sind für die Werkzeugnummer vorgesehen, die 2 Stellen nach dem Dezimalpunkt zur Kennzeichnung des zugehörigen Ersatzwerkzeugs.

ERSATZWERKZEUG

Ein Ersatzwerkzeug wird eingesetzt, wenn die Standzeit des Bearbeitungswerkzeugs abgelaufen ist oder wenn für das Werkzeug die niedrigste Leistungsgrenze der Werkzeugschnittkraftüberwachung (falls vorhanden) überschritten ist.

Das Ersatzwerkzeug wird durch die letzten zwei Stellen der Werkzeugnummer gekennzeichnet. Es können einem bestimmten Werkzeug somit bis zu 99 Ersatzwerkzeuge zugeordnet werden.

WERKZEUGSCHNITTKRAFT-ÜBERWACHUNG **(T1=)**

Die auf ein bestimmtes Werkzeug ausgeübte Schnittkraft kann mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung überwacht werden, indem die Antriebsleistung der Spindel dauernd gemessen wird. Wird eine Überlastung festgestellt, erfolgen geeignete Maßnahmen um Schaden am Werkstück oder Werkzeug vorzubeugen.

ZUSÄTZLICHE WERKZEUGKORREKTUREN **(T2=)**

Einem Werkzeug können zusätzliche Korrekturwerte zugeordnet werden. Somit kann die Werkzeuglänge, der Werkzeugradius und der Werkzeugeckenradius mit L, L1=, L2=, R, R1=, R2= bzw. C, C1= C2= angegeben werden.

Mit dem Wort T2= im Teileprogramm wird angegeben, welche Korrekturwerte beim Einwechseln des Werkzeugs benutzt werden.

T2= nicht programmiert: Es werden die mit L, R und C angegebenen Korrekturwerte benutzt.

T2=1: Es werden die mit L1=, R1= und C1= angegebenen Korrekturwerte benutzt.

T2=2: Es werden die mit L2=, R2= und C2= angegebenen Korrekturwerte benutzt.

Beispiel:
Ein Programmsatz mit den Wörtern T1234 T2=2 M6 bewirkt das Einwechseln von Werkzeug Nr. 1234, wobei die zweiten Korrekturwerte aktiviert werden.

WERKZEUGABMESSUNGEN **(L, L1=, L2=, R, R1=, R2=, C, C1=, C2=)**

Ein Werkzeug kann eine Länge (L-Wort) und zwei zusätzliche Längen (L1= und L2=), einen Radius (R-Wort) und zwei zusätzliche Radien (R1= und R2=) sowie einen Eckenradius (C-Wort) und zwei zusätzliche Eckenradien (C1= und C2=) aufweisen.

Für das Aktivieren der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen siehe die Beschreibung des T-Wortes.

LÄNGE- UND RADIUS-AUFMAß **(L4=, R4=)**

Dieser Parametern dienen zum Definieren von der Aufmaß der Werkzeugform. Die Wirkliche Länge des Werkzeugs ist die Länge (L) plus der Längenaufmass (L4=). Der Wirkliche Radius des Werkzeugs ist der Radius (R) plus der Radiusaufmass (R4=). Die Länge- und Radiuskompensation arbeitet mit dieser Länge- und Radiuswerten. Wenn nichts eingetragen ist wird Null angenommen.

Hinweis: Die Länge wird bei der Längenkorrektur benutzt, der Radius bei der Radiuskorrektur (G41-G44 bzw. G141) und der Eckenradius bei der 3D-Radiuskorrektur (G141).

ÜBERGROßE WERKZEUGE **(S)**

Mit dem S-Wort wird angegeben, ob es sich um ein Werkzeug handelt das einen Platz im Werkzeugmagazin einnimmt (SO) oder um ein übergroßes Werkzeug, das drei Plätze einnimmt, d.h. ein Platz an dem das Werkzeug abgelegt wird und zwei leere Plätze links und rechts vom Werkzeug. Ein derartiges Werkzeug muss nach seinem Einsatz wieder an den gleichen Platz im Magazin zurückgebracht werden.

GRAFIKPARAMETER **(G)**

Dieser Parameter dient zum Definieren der Werkzeugform. Die verfügbaren Formen werden bei der Eingabe der Werkzeugdaten in den Werkzeugspeicher angezeigt.

Die Werkzeugform wird bei der grafischen Simulation ein Teileprogramm benutzt.

WERKZEUGTYP **(Q3=)**

Der Werkzeugtyp-Parameter im Werkzeugspeicher (Q3=) und der Parameter Q3= in der Technologietabelle müssen gleich sein.

Wird beim Anfordern eines Technologievorschlags der Werkstoff, die Bearbeitungsart und die Werkzeugnummer eingegeben, so wird dieser Parameter automatisch dem Werkzeugspeicher entnommen.

ANZAHL DER WERKZEUGSCHNEIDEN **(Q4=)**

Dieser Parameter gibt die Zahl der Werkzeugschneiden an.

Wird bei der Eingabe eines Programms über die Steuerung ein Technologievorschlag angefordert, so wird dieser Parameter automatisch dem Werkzeugspeicher entnommen, vorausgesetzt die Werkzeugnummer und der Parameter Q3= wurden bereits eingegeben.

SCHNEIDRICHTUNG **(I2=)**

Dieser Parameter gibt die Schneidrichtung an (3=M3, 4=M4). Wenn nicht eingetragen, wird M3 angenommen.

EINTAUCHWINKEL **(A1=)**

Dieser Parameter gibt die Maximale Eintauchwinkel von Fräsen an. Wenn dieser Wert 90 ist, wird angenommen, dass der Fräser senkrecht in das Material senken kann.

FREIGEBEN/SPERREN EINES WERKZEUGS **(E)**

Mit dem E-Wort wird angegeben, ob das Werkzeug eingesetzt werden kann oder nicht.

E-1: Das Werkzeug ist gesperrt. Dieser Parameter wird von der Steuerung gesetzt, wenn die Werkzeugstandzeit abgelaufen ist, oder, wenn für das Werkzeug die niedrigste Leistungsgrenze der Werkzeugschnittkraftüberwachung überschritten ist. Für mehr Informationen siehe Beschreibung G148 und G149.

E0: Das Werkzeug kann eingesetzt werden, ist jedoch nicht gemessen.
E1: Das Werkzeug kann eingesetzt werden und ist gemessen

VERSCHLEIßTOLERANZ FÜR MESSZYKLEN **(L5=, R5=)**

Diesen Parametern geben der oberen Grenze an für die Verschleißtoleranz bei die Werkzeugmesszyklen. Wenn bei Messen der Verschleiß größer als dieser Toleranz, wird das gemeldet.

WERKZEUGMESSVERSATZ FÜR MESSZYKLEN **(L6=, R6=)**

Diesen Parametern geben die Position an, wo die Länge oder der Radius gemessen werden muss. Der L6= enthält denn Abstand zwischen die Werkzeuglänge (L) und der Messposition.

WERKZEUGSTANDZEIT-ÜBERWACHUNG **(M, M1=, M2=)**

Mit dem Wort M2= wird angegeben, ob die Standzeit eines bestimmten Werkzeugs überwacht werden soll oder nicht.

M2=0: keine Werkzeugstandzeitüberwachung
M2=1: Werkzeugstandzeitüberwachung

Mit dem M-Wort wird dem Werkzeug eine bestimmte Standzeit in Minuten zugeordnet. Die gespeicherte Standzeit liegt im Bereich 1 bis 9999 Minuten.

Immer, wenn das Werkzeug eingesetzt wird, wird seine Standzeit im Speicher um die Schnittzeit verringert. Die verbleibende Standzeit wird mit dem Wort M1= angezeigt.

Nach Ablauf der Standzeit wird eine Warnmeldung ausgegeben, so dass das Werkzeug ersetzt und der E-Parameter im Werkzeugspeicher auf -1 eingestellt werden kann, zur Angabe, dass das Werkzeug gesperrt ist.

Wird das gleiche Werkzeug nochmals eingesetzt, so wird - je nach der Maschinenkonfiguration entweder der Programmablauf unterbrochen oder das Ersatzwerkzeug eingewechselt

Über eine bestimmte Maschinenkonstante wird festgelegt, dass die Standzeit der Werkzeuge überwacht werden soll.

WERKZEUGWECHSEL MIT GENÜGENDER WERKZEUGSTANDZEIT **(T3=)**

Mit dem Wort T3= im Teileprogramm wird angegeben, welches Werkzeug mit genügender Rest-Werkzeugstandzeit beim Einwechseln des Werkzeugs benutzt wird.
Ein Werkzeug kann mehrere Schwesterwerkzeuge mit unterschiedlichen Rest-Werkzeugstandzeiten haben. Mit der Programmierung von T3= in einem Suchsatz oder bei dem Werkzeugwechsel wird ein Werkzeug gesucht, dass mindestens genügend Restzeit übrig hat.

Wenn kein Werkzeug mit genügender Reststandzeit gefunden wird, kommt Fehler P117.

Beispiel:

Ein Programmsatz mit den Wörtern T1234 T3=1.1 M6 bewirkt das Einwechseln von Werkzeug Nr. 1234.??, wobei die Reststandzeit mindestens 1.1 Minuten sein muss.

WERKZEUGBRUCH-ÜBERWACHUNG **(B, B1=)**

Die Werkzeuglänge wird mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externer Vorrichtung gemessen, und zwar beim Einwechseln des Werkzeugs in die Spindel und nochmals wenn das Werkzeug an seinen Platz im Magazin zurückgebracht wird. Wenn die Differenz zwischen den beiden Messwerten größer ist als ein bestimmter Toleranzwert, so erfolgt eine Fehlermeldung und das Werkzeug wird gesperrt.

Der Toleranzwert wird mit dem B-Wort in den Werkzeugspeicher eingegeben.

Mit dem Wort B1= wird angegeben, ob ein bestimmtes Werkzeug auf Werkzeugbruch hin überwacht werden soll oder nicht.

B1=0: keine Werkzeugbruchüberwachung
B1=1: Werkzeugbruchüberwachung

Über eine bestimmte Maschinenkonstante wird festgehalten, dass die Werkzeuge auf Werkzeugbruch hin überwacht werden sollen.

WERKZEUGSCHNITTKRAFT-ÜBERWACHUNG

Die auf ein bestimmtes Werkzeug ausgeübte Schnittkraft kann mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung überwacht werden, indem die Antriebsleistung der Spindel dauernd gemessen wird. Wird eine Überlastung festgestellt, erfolgen geeignete Maßnahmen um Schaden am Werkstück oder Werkzeug vorzubeugen.

Hinweise:

1. Die Schnittkraftüberwachung wird normalerweise nur bei schweren Schnitten eingesetzt, in der Regel bei Werkzeugen mit d > 10 mm.

2. Für die Wirkungsweise der Schnittkraftüberwachung sei auf den Abschnitt mit der Beschreibung der Werkzeugnummer (T) verwiesen.

3. Über eine bestimmte Maschinenkonstante wird festgehalten, dass die Schnittkraft der Werkzeuge überwacht werden soll.

LEISTUNGSGRENZEN

Für jedes Werkzeug kann eine Gruppe von drei Leistungsgrenzen festgelegt werden. Die Grenzen sind durch Faktoren wie Werkzeugtyp, Werkstoff und Bearbeitungsart bestimmt. Der Überwachungsspeicher kann bis zu 99 Gruppen von Leistungsgrenzen aufnehmen. Das Überwachungssystem gibt mittels eines Ausgangssignals bekannt, welche Leistungsgrenze überschritten wurde.

NIEDRIGSTE LEISTUNGSGRENZE ÜBERSCHRITTE

Überschreitet die Schnittkraft die niedrigste Leistungsgrenze, so bedeutet dies, dass das Werkzeug abgenutzt ist. Die CNC gibt eine Warnmeldung aus, erlaubt jedoch die Fortsetzung der Bearbeitung mit demselben Werkzeug bis zum nächsten Werkzeugwechsel oder bis eine weitere Leistungsgrenze überschritten wird. Das E-Wort im Speicher wird auf -1 eingestellt zur Angabe, dass das Werkzeug gesperrt ist.

Wird das Werkzeug nochmals eingesetzt, erfolgt eine Fehlermeldung oder es wird das zugeordnete Ersatzwerkzeug (falls vorhanden) eingewechselt.

MITTLERE LEISTUNGSGRENZE ÜBERSCHRITTE

Überschreitet die Schnittkraft die mittlere Leistungsgrenze, so wird durch die CNC sofort der Befehl Vorschub/Spindelhalt ausgegeben und eine Fehlermeldung ausgelöst. Diese Situation bedarf dem Eingriff des Bedieners.

HÖCHSTE LEISTUNGSGRENZE ÜBERSCHRITTEN

Überschreitet die Schnittkraft die höchste Leistungsgrenze, so bedeutet dies, dass die maximal zulässige Schnittkraft überschritten wurde und es erfolgt ein Not-Aus. Diese Situation bedarf dem Eingriff des Bedieners.

BRUCHÜBERWACHUNGS-ZYKLUS **(Q5=)**

An Hand dieser Adresse kann in die IPLC eine Entscheidung getroffen werden wie z.B. die Bruchüberwachung statt finden soll. Siehe das Maschinenbauerhandbuch.

WERKZEUGORIENTIERUNG **(O)** (Nur für Drehen)

Mit der Werkzeugorientierung (O) kann für Drehwerkzeugen angedeutet werden, in welche Richtung der Spitze gerichtet ist.

Siehe Paragraph 12.7 "Drehwerkzeuge definieren in der Werkzeugtabelle" auf Pagina 559.

11. E-Parameter und arithmetische Funktionen

11.1 E-Parameter

Zweck

Die E-Parameter erlauben eine flexiblere Nutzung der Programme. Mit einem einzigen Programm lassen sich durch Abändern den im Parameterspeicher den CNC enthaltenen Parameterdaten unterschiedliche Werkstücke herstellen.

Mit Hilfe von Makros und E-Parametern lässt sich ein Problem ganz allgemein lösen, z.B. das Messen einer Bohrung in drei oder vier Punkten. Bei der Ausführung erhalten die Parameter ihren aktuellen Wert und das Makro wird an die besonderen Programmanforderungen angepasst, z.B. das Messen einer Bohrung in drei Punkten.

Format

Parameterdefinition

N... E..=[Wert oder arithmetischer Ausdruck]

Parameterzuweisung

N... [Adresse]=(+/-) E...

Parameterzuweisung und Berechnung

N... [Adresse] =[arithmetischer Ausdruck]

Zugehörige Funktionen

G14, G22, G29

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AUFHEBEN

Parameterwerte wirken modal, es sei denn sie werden durch Umrechnung, Eingabe über das Bedienfeld, Eingabe von einem Datenträger aus oder Zuordnung neuer Werte im Teileprogramm geändert. Parameterwerten werden nicht durch Softkey Programm abbrechen, M30 oder Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

PARAMETERZAHL

Maximal 400 Parameter können abgespeichert werden. Diese Zahl lässt sich über eine Maschinenkonstante herabsetzen.

ADRESSE

Jede vorhandene Adresse, ausgenommen die Adresse N.

PARAMETERNUMMER (E)

Diese Nummer gibt an, an welche Stelle im Parameterspeicher der Steuerung der Zahlenwert abgelegt wird.

VERWENDUNG EINES PARAMETERS IN MEHREREN PROGRAMMEN

Ein Parameter kann in verschiedenen Programmen eingesetzt werden. Wird in einem neuen Programm ein Parameter verwendet, dem bereits in einem vorherigen Programm ein Wert zugeordnet wurde, so muss der Parameter neu belegt werden, anderenfalls wird der alte Wert wieder verwendet.

Wird ein Parameter programmiert für den kein Wert im Parameterspeicher enthalten ist, so erfolgt eine Fehlermeldung.

STANDARD PARAMETERTYPEN

Parameter lassen sich in jedem CNC Pilot-System einsetzen. Ist die Option ERWEITERTE RECHENOPERATIONEN nicht vorgesehen, so kommen folgende Parametertypen in Betracht:

- Ganzzahl (kein Dezimalkomma) : E1=20
- Festkommazahl : E1=200.105

EINGABEGENAUIGKEIT BEI STANDARDTYPEN

Die Eingabegenauigkeit der Standard-Parametertypen ist folgende:

- Ganzzahl: einer 15 stellige Zahl
- Festkommazahl: minimal 6 Nachkommastellen
  maximal 15 Nachkommastellen

ANZEIGE DER PARAMETERWERTE

Den im Parameterspeicher abgelegten Parameterwerte lassen sich auf dem CNC-Bildschirm auflisten.

Es sind gerundete Werte, die aus wenigen Dezimalstellen bestehen. Sie werden entweder als Festkommazahl dargestellt oder nach der sogenannten wissenschaftlichen Schreibweise, d.h. mit einem Exponenten.

Die Tatsache, dass die Genauigkeit der gespeicherten Parameterwerte gleich oder größer ist als die der angezeigten Werte, kann zu Unterschiede führen.

Beispiel: gespeicherter Wert 99.99999999
angezeigter Wert 100

STANDARD-RECHENOPERATIONEN

Das CNC-System erlaubt die Durchführung folgender Rechenoperationen: Addition (+), Subtraktion (-). Multiplikation (*) und Division (:).

E1=E2	:E1-Wert dem E2-Wert gleichsetzen
E1=E2+E3	:E3-Wert zum E2-Wert addieren und das Ergebnis in E1 ablegen
E1=E2-E3	:E3-Wert vom E2-Wert subtrahieren und das Ergebnis in E1 ablegen
E1=E2*E3	:E2-Wert mit dem E3-Wert multiplizieren und das Ergebnis in E1 ablegen
E1=E2:E3	:E2-Wert durch den E3-Wert dividieren und das Ergebnis in E1 ablegen

EINSCHRÄNKUNGEN

i. Ein Zwischenraum zwischen den Zeichen eines arithmetischen Ausdrucks ist nicht erlaubt. Beispiel: E1 =E2 ist nicht erlaubt. E1 =E2 ist richtig.
ii. Arithmetische Operatoren müssen zwischen arithmetischen Werten stehen. Beispiel: E1 =E2 E3 ist nicht erlaubt.
iii. Aufeinanderfolgende arithmetische Operatoren ist nicht erlaubt. Beispiel: E1=E2*:E3. Ausnahme: E1=E2*-E3.

Ein Ausdruck darf nur eine Rechenoperation enthalten.

11.2 Arithmetische Funktionen

Format

Rechenoperationen

Potenzierung	E1=E2^E3
Quadratwurzel	E1=sqrt(E2)

Hinweis: In allen Fällen, ist es gestattet die E-Parameter zwischen die Klammern zu ersetzen durch einen arithmetischen Ausdruck (bis vier Fach Tief) Beispiel: E1=sqrt(E2^2+E3^4).

Absolutwert	E1=abs(E2)
Ganzzahlumsetzung	E1=int(E2)
Pi-Wert(=3.141 592..)	Pi

Erweiterungen ab V420:

Ganzzahlumsetzung mit großem Wert	E1=ciel(E2)
Ganzzahlumsetzung mit kleinem Wert	E1=floor(E2)
Abrundung	E1=round(E2,n) (n ist Dezimalen)
Restteil von Teilung	E1=mod(E2,E3)
Zeichen	E1=sign(E2)
Maximum	E1=max(E2,E3)
Minimum	E1=min(E2,E3)

Trigonometrische und inverse trigonometrische Funktionen

Sinus	E1=sin(E2)
Kosinus	E1=cos(E2)
Tangens	E1=tan(E2)
Arcussinus	E1=asin(E2)
Arcuskosinus	E1=acos(E2)
Arcustangens	E1=atan(E2)

Erweiterungen ab V420:

Arcussinus	E1=asin(E2,E3)
Arcuskosinus	E1=acos(E2,E3)
Arcustangens	E1=atan(E2,E3)

Vergleichsausdrücke

gleich	=	E1=E2=E3
ungleich	<>	E1=E2<>E3 wahr E1=1
größer	>	E1=E2>E3
größer oder gleich	>=	E1=E2>=E3 falsch E1=0
kleiner	<	E1=E2<E3
kleiner oder gleich	<=	E1=E2<=E3

Klammern (...(...(...(.....)...)...)...) : maximal 4-Fach Tief

Hinweise:

1. Ist der Vergleichsausdruck wahr, so ist E1 =1. Ist der Ausdruck unwahr, so ist E1 =0. Dieser Parameter kann bei der G29-Funktion (bedingter Sprung) verwendet werden.
2. Auf einem Datenträger sollten die erwähnten Funktionen in Kleinbuchstaben geschrieben werden.
3. In der Formatbeschreibung stellen die Parameter E2 und E3 beliebige Parameter oder Ausdrücke dar.
4. Funktionen und arithmetische Ausdrücke können auch ohne Parameter verwendet werden, z.B. X=(10+12*sin (23)).

5. Der E-Parameter mit dem Rechenergebnis oder der mathematischen Funktion hat zwar die erforderliche Genauigkeit, kann aber auf verschiedene Weise gespeichert werden.

   E1 =99.9999999 und E1=100.0000001, zum Beispiel, haben die gleiche Genauigkeit, sind aber von dem Zahlenwert her verschieden.

   Probleme könnte es geben, wenn die Funktion "int" oder ein Vergleichsausdruck verwendet wird, bei dem sämtliche Ziffern verglichen werden.

SATZLÄNGE

Die Länge eines Ausdrucks liegt bei maximal 40 Zeichen. Ein Programmsatz kann maximal 255 Zeichen enthalten. Die Zahl der Ausdrücke in einem Programmsatz ist demzufolge begrenzt.

UMSETZEN DER ERRECHNETEN ZAHLENWERTE IN PROGRAMMWÖRTER

Die Parameterwerte (bzw. die errechneten Zahlenwerte) werden automatisch von der CNC gerundet und in die zum Programmwort passende feste Anzahl Dezimalstellen umgesetzt.

Beim Programmieren von zum Beispiel E1=101.74e-3 und X=E1 wird die Zahl gerundet, so dass sich X0.102 ergibt. Der Zahlenwert wird auf drei Nachkommastellen reduziert.

ERWEITERTE PARAMETERFORMATE

Ein Parameterwert kann in den folgenden Formaten eingegeben werden: Ganzzahl, Festkommazahl oder Gleitkommazahl.

1. Ganzzahl (kein Dezimalkomma) : E1=20
2. Festkommazahl : E1=200.105
3. Gleitkommazahl : E1=1.965e5

Eine Gleitkommazahl besteht aus einer Festkommazahl (Mantisse), die mit einer Hochzahl multipliziert wird, 1.965e5 z.B. bedeutet 1.965(10^5), was 196 500 gleich kommt.

EINGABEGENAUIGKEIT BEI ERWEITERTEM FORMAT

Die Eingabegenauigkeit der Parametertypen ist folgende:

- -Ganzzahl : einer 15 stellige Zahl
- -Festkommazahl: minimal 6 Nachkommastellen maximal 15 Nachkommastellen
- -Gleitkommazahl: Die Mantisse ist als eine Festkommazahl programmiert; die Hochzahl ist eine Ganzzahl zwischen -99 und +99

POTENZIERUNG

E1=E2^2 oder E1=E2^E3 (bei E3=2)

Die beiden Operationen bewirken, dass der E1-Parameter dem Quadrat des E2-Wertes gleichgesetzt wird.

Potenzierungen werden in einer festen Reihenfolge durchgeführt. Zuerst wird die Potenzierung vorgenommen, danach wird das Vorzeichen berücksichtigt. In der Gleichung E1=-3^2, zum Beispiel, wird zunächst die Potenzierung (3^2) vorgenommen und danach wird das Vorzeichen berücksichtigt, was zu einer negativen Zahl führt (-9).

Soll eine negative Zahl zu einer Potenz erhoben werden, so muss sie in Klammern gesetzt werden, z.B. E1=(-3)^E3. Eine andere Methode besteht darin, dass die negative Zahl einem Parameter zugeordnet wird und dass danach der Parameterwert zur Potenz erhoben wird, etwa E2=-3 und danach E1=E2^2.

Nicht zulässige Potenzierungen sind:

1. 0^0
2. E2^E3, wenn E2<0 und E3 einen reellen Wert haben

REZIPROKWERTE

Der Reziprokwert von E2 errechnet sich mit E1=1:E2 oder E1=E2^-1

QUADRIEREN

Das Quadrat von E2 errechnet sich mit E1=E2*E2 oder E1=E2^2

QUADRATWURZEL

Die Quadratwurzel von E2 errechnet sich mit

E1=sqrt(E2) oder E1=E2^.5

E1=sqrt(...): ein arithmetischer Ausdruck zwischen Klammern ist zulässig, z.B. E1=sqrt(E2^2+E3^4).

Zum Ziehen der Quadratwurzel (sqrt) muss der Parameter positiv oder Null sein.

ABSOLUTWERTE

Bei Anwendung der Absolut-Funktion wird ein negativer Wert in einen positiven Wert umgesetzt. Positive Werte bleiben unverändert.

E1=abs(E2)

GANZZAHLEN

Bei Verwendung der Integer-Funktion wird der Zahlenwert abgerundet, d.h. sämtliche Nachkommastellen werden ignoriert.

E1=int(E2)

Beispiel: E2=8.9 ergibt 8, E2=-8.9 ergibt -8

Bemerkung: Ab V420 ist der int-Funktion Geändert. Die int-Funktion bis V420 ist gleich an die ciel-Funktion.

GANZZAHLEN MIT GRÖßEM WERT

Bei Verwendung der Funktion mit größtem Wert, wird der Zahlenwert auf das größte Argument abgerundet.

E1=ciel(E2)

Beispiel: E2=8.9 ergibt 8, E2=-8.9 ergibt -9

GANZZAHLEN MIT KLEINSTE WERT

Bei Verwendung der Funktion mit kleinem Wert, wird der Zahlenwert auf das kleinste Argument abgerundet.

E1=floor(E2)

Beispiel: E2=8.9 ergibt 9, E2=-8.9 ergibt -8

ABRUNDUNG

Bei Verwendung der Abrundungs-Funktion wird der Zahlenwert nach dem Anzahl der Dezimalen abgerundet.

E1 =round(E2,n) (n ist Dezimalen)

Bemerkung: Wenn die Anzahl der Dezimalen nicht eingetragen ist, wird automatisch die Null genommen.

Beispiel: n=1 und E2=8.94 ergibt 8.9, n=1 und E2=-8.94 ergibt -8.9
n=1 und E2=8.96 ergibt 9.0, n=1 und E2=-8.96 ergibt -9.0

RESTTEIL VON TEILUNG

Bei Verwendung der Restteil-Funktion wird der Restteil von dem Argument zurück gegeben.

E1 =mod(E2,E3)

Bemerkungen: -E1=E2-int(E2:E3)*E3

- Wenn E3 ist 0, wird E2 zurück gegeben.
- Wenn E3 nicht eingetragen, wird 1 genommen.
- Das Zeichen ist gleich wie das Zeichen von E1.

Beispiel: E2=5 und E3=3 ergibt 2, E2=-5 und E3=3 ergibt -2

ZEICHEN

Bei Verwendung der Zeichenfunktion wird das Zeichen zurück gegeben.

E1 =sign(E2)

Beispiel: E2=8.9 ergibt 1, E2=0 ergibt 0, E2=-8.9 ergibt -1

Hinweise:

1. Der E-Parameter wird mit der höchsten Genauigkeit gespeichert. Dennoch kann sein Wert auf verschiedene Weise eingegeben werden.

   Beispiel:

   E1=99.9999999 E3=100.0000001

   E2=int(E1) ergibt E2=99, E2=int(E3) ergibt E2= 100

   Die Parameter E1 und E3 sind mit der gleichen Genauigkeit gespeichert. In beiden Fällen wird am Bildschirm der Wert 100 angezeigt. Das Ergebnis der Funktion "int" ist jedoch verschieden.

2. Es empfiehlt sich, dem Parameter, dessen Ganzzahl ermittelt werden soll, einen Kleinen Wert, z.B. die geforderte Genauigkeit der Berechnungen, beizugeben.

   Beispiel:

   Falls E1 =99.9999999 oder E1 =100.0000001, so ergibt der Ausdruck E2=int(E1 +.0000001) den Wert E2=100, unabhängig vom Wert von E1.

MAXIMUM

Die Funktion max() retourniert der maximale Wert von der zwei Argumenten.

E1=max(E2,E3)

Beispiel: E1=max(16,-10) ergibt E1=16

MINIMUM

Die Funktion min() retourniert der minimale Wert von der zwei Argumenten.

E1=min(E2,E3)

Beispiel: E1=min(16,-10) ergibt E1=-10

KONSTANTE PI

Der Wert des Konstanten Pi wird mit einer Genauigkeit von 15 Stellen in die Steuerung abgespeichert. Pi kann an jeder Stelle an der ein Wert oder E-Parameter gestattet ist, eingesetzt werden, z.B. beim Umsetzen von Winkeln von Radianten in Dezimalgrad oder umgekehrt.

WINKEL IN DEZIMALGRAD

Ein Winkel wird standardmäßig in Grad und Bruchteilen von Grad programmiert. Der Wert kann direkt in die trigonometrischen Funktionen, arithmetische Ausdrücke oder Vergleichsausdrücke eingegeben werden.

Beispiel: E1=sin(44.209303)

WINKEL IN RADIANTEN

Manchmal lohnt es sich, bei Berechnungen mit Winkeln die Winkel in Radianten auszudrücken.

360" ist gleich 2*Pi Radianten.
Folglich ist ein Winkel von 44.209303" gleich 0.7715979 Radianten.

Wenn bei den trigonometrischen Funktionen der Winkel in Radianten ausgedrückt ist, so muss am Ende des Zahlenwertes das Wort rad hinzugefügt werden.
Beispiel: E1=sin(.7715979rad)

WINKELUMSETZUNG

Umsetzung von Grad, Minuten, Sekunden in Dezimalgrad

Ein Winkel von 44" 12' 33.5" wird folgendermaßen in ein dezimales Äquivalent umgesetzt:

N... E1=44+12:60+33.5:3600
Diese Umsetzung ergibt einen Winkel von E1=44.209303 Dezimalgrad.

Umsetzung von Dezimalgrad in Radianten

Ein Winkel von 44.209303" wird folgendermaßen in Radianten umgesetzt:

N... E1=((44.209303:360)*2*Pi)
Diese Umsetzung ergibt einen Winkel von E1=.7715979 Radianten.

Umsetzung von Radianten in Dezimalgrad

Ein Winkel von 0.771579 Radianten wird folgendermaßen in Dezimalgrad umgesetzt:

N... E1=(0.771579*360):(2*pi).
Diese Umsetzung ergibt einen Winkel von 44.209303 Dezimalgrad.

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Nachfolgende trigonometrische Funktionen sind verfügbar:

Sinus (sin), Kosinus (cos), Tangens (tan),

Sie werden wie folgt geschrieben:

E1=sin(E2) E1=cos(E2) E1=tan(E2)

Der Sinus eines Winkels von 44.209303', zum Beispiel, kann folgendermaßen programmiert werden:

E1 =sin(44.209303)
oder
E1=sin(0.7715979rad)

Hinweise:

1. Der Parameter E2 stellt einen beliebigen Rechenausdruck dar.
2. Die Verwendung eines ungeraden Mehrfaches von 90" in Verbindung mit der tan-Funktion ist nicht gestattet. Anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung.
3. Ist der Winkel in Radianten gegeben, so muss bei den trigonometrischen Funktionen das Wort rad mit programmiert werden.

INVERSE TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Nachfolgende inverse trigonometrische Funktionen sind verfügbar:

arcsinus (asin), arckosinus (acos), arctan (atan).

Sie werden wie folgt geschrieben:

E1=asin(E2) E1=acos(E2) E1=atan(E2)

Hinweise:

1. Der Parameter E2 stellt einen beliebigen Rechenausdruck dar.
2. Die Werte der inversen Funktionen asin und acos sollten zwischen -1 und +1 liegen; atan kann einen beliebigen Zahlenwert aufweisen.
3. Die von diesen Funktionen erzeugte Winkel werden in Dezimalgrad ausgedrückt.
4. Der von asin und atan erzeugte Winkel liegt zwischen -90° und +90°
5. Der von acos erzeugte Winkel liegt zwischen 0° und 180°

Auch möglich ist (ab V420):

E1=asin(E3,E4) E1=acos(E3,E4) E1=atan(E3,E4) worin E2=E3:E4

Bemerkung: - Für acos und asin muss abs(E2) kleiner oder gleich 1 sein.
- Der erzeugte Winkel liegt zwischen 0° und +360°

VERGLEICHSAUSDRÜCKE

Ein Vergleichsausdruck dient dazu, dem E-Parameter den Wert 1 zuzuordnen, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Solange diese Bedingungen nicht erfüllt sind, hat der Parameter den Wert O.

Dieser Parameter erlaubt es, mit Hilfe von G29 Sprünge im Programm vorzunehmen.

Die nachfolgenden Beziehungen lassen sich verwenden:

gleich	=	E1=E2=E3
ungleich	<>	E1=E2<>E3
größer	>	E1=E2>E3
größer oder gleich	>=	E1=E2>=E3
kleiner	<	E1=E2<E3
kleiner oder gleich	<=	E1=E2<=E3

Beispiel

N.. G29 E1=E2>E3 E1 N=400

Dieser Satz bedeutet:

Wenn Parameter E2 größer ist als E3, so ist die Beziehung wahr und erhält Parameter E1 den Wert 1. Parameter E1 wird im G29-Satz als Sprungbedingung benutzt. Bei E2>E3 wird somit ein Sprung auf N400 ausgeführt.

Hinweis:

1. Die Parameter E2 und E3 stellen einen beliebigen Rechenausdruck dar.
2. Um einen Vergleichsausdruck zu genügen werden alle Ziffern auf Gleichheit hin verglichen. Wenn die Parameterwerte aus Berechnungen gewonnen werden, so können sich Probleme ergeben. Es müsse dann Grenzwerte gesetzt werden und geprüft werden, ob der jeweilige Wert im Bereich der Grenzwerte liegt. Kleiner < E1=E2<E3 kleiner oder gleich <= E1 =E2<=E3

PRIORITÄTEN BEI DER AUSWERTUNG VON ARITHMETISCHEN UND VERGLEICHSAUSDRÜCKEN

Die Rechen- und Vergleichsoperationen werden von der CNC in der nachfolgenden Reihenfolge ausgeführt:

1. Auswertung der Funktionen sin, cos, tan, asin, acos, atan, sqrt, abs, int.
2. Berechnung der Reziprokwerte (^-1) bzw. Potenzierung (").
3. Multiplikation(* bzw. Division (:).
4. Addition(+) bzw. Subtraktion (-).
5. Auswertung der Vergleichsausdrücke (=, o, >, >=, <, <=).

Wenn ein Satz Operationen gleicher Priorität enthält, so erfolgt ihre Auswertung vom Satzanfang bis zum Satzende.

Der Satz E1=3+7:2-4^2+5*6 wird in der nachfolgenden Reihenfolge ausgewertet:

1. 4^2=16
2. 7:2=3.5
3. 5*6= 30
4. 3+3.5=6.5
5. 6.5-16=-9.5
6. -9.5+ 30=20.5

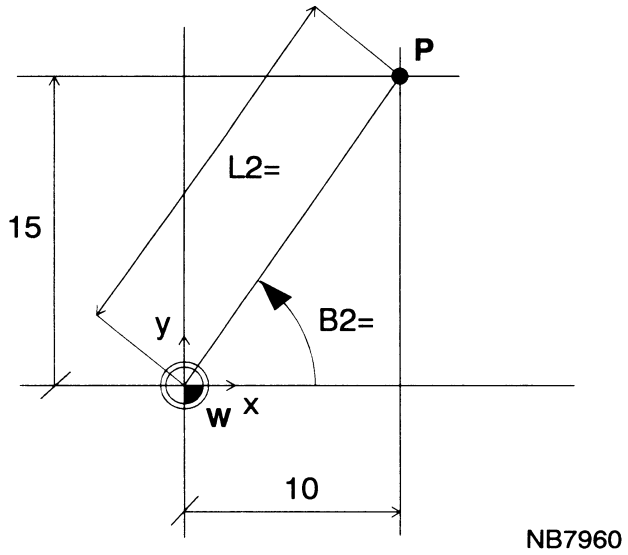
VERWENDUNG VON KLAMMERN ()

Klammern () erlauben das Gruppieren von Operationen und somit eine abweichende Auswertungsfolge eines Ausdrucks. Der Ausdruck zwischen Klammern wird in der normalen Reihenfolge ausgewertet; siehe den vorherigen Abschnitt.

Ein Klammerpaar kann innerhalb eines anderen Klammerpaares gesetzt werden. Dies wird als Schachteln bezeichnet. Bis zu vier Klammerpaaren in einem Ausdruck sind zulässig. Die Auswertung der Ausdrücke zwischen den einzelnen Klammerpaaren erfolgt von innen nach außen.

Beispiele

Beispiel 1. Berechnung von Polarkoordinaten



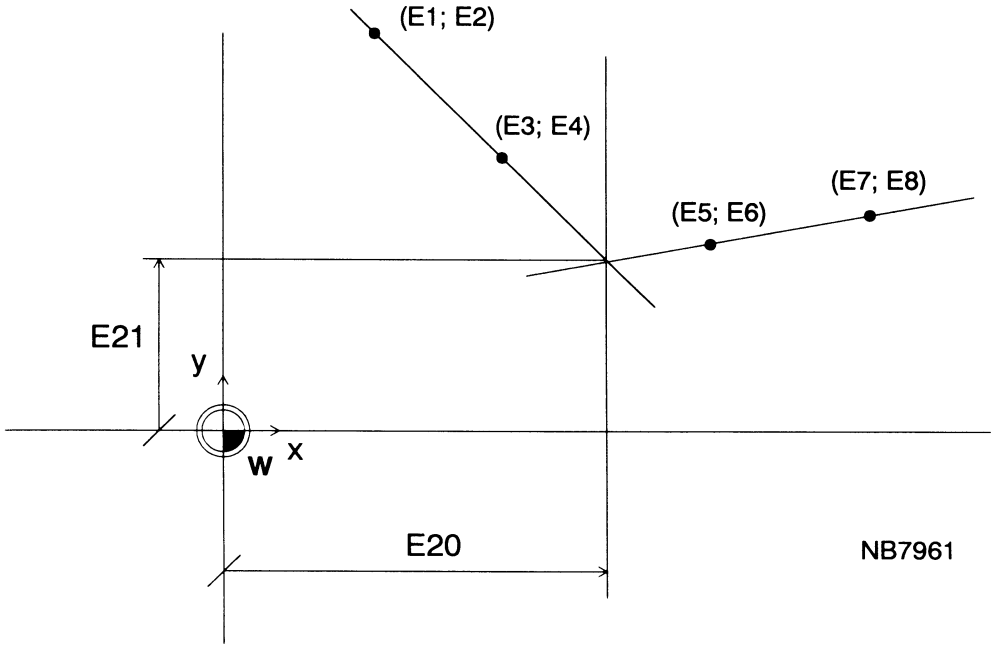
Es solle die Polarkoordinaten von Punkt P, bezogen auf den Programmnullpunkt W, berechnet werden. Die Programmierung könnte so aussehen:

N100 B2=atan(15:10) L2=sqrt(10^2+15^2)

Für B2= ist die Berechnungsfolge:
-15:10 berechnen
- Winkel in Dezimalgrad ermitteln

Für L2= ist die Berechnungsfolge:
-10^2 berechnen
-15^2 berechnen
-10^2 und 15^2 addieren
Quadratwurzel ziehen

Beispiel 2. Berechnung des Schnittpunktes zweier Geraden.



Eingabeparameter

E1 :	erste Koordinate des ersten Punktes auf der ersten Geraden
E2 :	zweite Koordinate des ersten Punktes auf der ersten Geraden
E3 :	erste Koordinate des zweiten Punktes auf der ersten Geraden
E4 :	zweite Koordinate des zweiten Punktes auf der ersten Geraden
E5 :	erste Koordinate des ersten Punktes auf der zweiten Geraden
E6 :	zweite Koordinate des ersten Punktes auf der zweiten Geraden
E7 :	erste Koordinate des zweiten Punktes auf der zweiten Geraden
E8 :	zweite Koordinate des zweiten Punktes auf der zweiten Geraden

Ausgabeparameter

E20	:	erste Koordinate des Schnittpunktes
E21	:	zweite Koordinate des Schnittpunktes
E79 =1	:	kein Fehler

Das Makro

```
N99401 (SCHNITTPUNKT ZWEIER GERADEN BERECHNEN)
N1 E11=E3-E1 E12=E4-E2 E79=0
N2 E13=SQRT(E11^2+E12^2)
N3 E11=E11:E13 E12=E12:E13
N4 E13=E7-E5 E14=E8-E6
N5 E15=SQRT(E13^2+E14^2)
N6 E13=E13:E15 E14=E14:E15
N7 E16=E11*E13+E12*E14
N8 G29 E15=ABS(E16)<.99995 N=12 E15
```

```
N9 E79=1
N10 M0 (GERADEN LAUFEN PARALLEL)
N11 G29 E79 N=17
N12 E15=E1-E7 E16=E2-E8
N13 E17=(E15*E12-E16*E11)
N14 E17=E17:(E13*E12-E11*E14)
N15 E20=E7+E17*E13
N16 E21=E8+E17*E14
N17
```

Erläuterung:

N1-N3 :	Berechnung des Einheitsvektors der ersten Geraden
N4-N6 :	Berechnung des Einheitsvektors der zweiten Geraden
N7-N8 :	Prüfung ob die Einheitsvektoren nicht parallel laufen
N9-N11:	Laufen die Geraden parallel, so wird Parameter E79 gesetzt und es erfolgt eine Fehlermeldung mit Programmhalt. Nach dem Start werden keine Berechnungen durchgeführt.
N12-N14:	Berechnung des Vektorfaktors
N15-N16:	Berechnung der Koordinaten des Schnittpunktes

Hinweis:

Parameter E79 kann für die Fehlerverarbeitung im aufrufenden Programm oder Makro eingesetzt werden.

Beispiel einer Makro-Anwendung:

Erste Gerade durch die Punkte (30,50) und (60,30).
Zweite Gerade durch die Punkte (100,50) und (50,10).

Die Berechnung des Schnittpunktes könnte wie folgt programmiert werden:

```
N100 E1=30  E2=50 E3=60 E4=30
N101 E5=100 E6=50 E7=50 E8=10
N102 G22 N=99401
N103 G29 E79 K0 N=...
N104 G0 X=E20 Y=E21
```

Erläuterung:

N100:	Die Punkte auf der ersten Geraden
N101:	Die Punkte auf der zweiten Geraden
N102:	Berechnung des Schnittpunktes
N103:	Wird ein Fehler erkannt, erfolgt ein Sprung zum Satz mit M30
N104:	Im Eilgang zum Schnittpunkt

12. Drehbetrieb

12.1 Einführung

Der Drehbetrieb ist für Maschinen mit einer C-Achse, die endlos drehen kann, entwickelt. Damit können auf einer Fräsmaschine auch Drehbearbeitungen durchgeführt werden.

Die C-Achse kann auf Drehbetrieb umgeschaltet werden. Die C-Achse wird dann über S1= und M1= als Drehspindel programmiert. Die Drehwerkzeuge werden in der Frässpindel aufgenommen und in der gewünschten Orientierung geklemmt.

In Sonderfälle kann die Frässpindel, über S und M, parallel zur Drehspindel programmiert werden. Eine zweite Frässpindel ist bei Maschinen mit Drehbetrieb nicht möglich.

Hinweise und Verwendung

VERFÜGBARKEIT

Maschine und CNC müssen vom Maschinenhersteller für den Drehbetrieb vorbereitet sein. Stehen an ihrer Maschine nicht alle hier beschriebenen G-Funktionen zur Verfügung, beachten Sie dann ihr Maschinenhandbuch.

GRAFIK

Die Grafik wird nicht rotationssymmetrisch dargestellt.

ANZEIGE

Wenn G36 aktiv ist, wechselt die Anzeige der C-Achsen-Position zur Anzeige von S1=.
Der Bearbeitungsstatus ist mit G36/G37 erweitert.

Die Spindelleistungs-Anzeige zeigt die Leistung der zweiten Spindel an, auch wenn beide Spindeln aktiv sind.

REFERENZPUNKT

Wenn die Steuerung hochläuft, steht Sie immer im Fräsbetrieb G37. Nur nach Anfahren des Referenzpunktes kann die C-Achse auf Drehbetrieb umgeschaltet werden.

NULLPUNKT

Im Drehbetrieb sollte der Werkstücknullpunkt in X, auf der Drehmitte der S1-Achse liegen. Es wird empfohlen, auch den Werkstücknullpunkt in Y, auf die Drehmitte der S1-Achse zu legen.

SPINDELOVERRIDE

Der Spindeloverride ist im Drehbetrieb (G36) für beide Spindel wirksam.

12.2 Maschinenkonstanten

Neue Maschinenkonstanten

MC 314 Drehbetrieb (0=aus, 1=ein)

Aktiviert:

- Die G-Funktionen G36 und G37
- Die Drehzyklen
- Die Maschinenkonstanten MC2600 - MC27xx, MC45xx

MC 450 Wuchten: Mess-Achse (1=X, 2=Y, 3=Z)

Diese MC legt fest, auf welcher Achse der Drehtisch aufgebaut ist. In dieser Achse ist die Unwucht am besten Messbar. Normalerweise 2 = Y-Achse.
Die MC wird in den Zyklen 'Unwucht-Kalibrierung' (Installation), G691 'Unwuchterfassung' und G692 'Unwuchtkontrolle' verwendet.

MC 451 Wuchten: maximaler Ausschlag [µm]

Diese MC legt fest, welchen Ausschlag in der Mess-Achse noch zulässig ist. Die Messungen werden abgebrochen, wenn der gemessene Ausschlag bei einer bestimmten Drehzahl größer wird wie MC451. Normalerweise 5 [m].
Die MC wird in den Zyklen 'Unwucht-Kalibrierung' (Installation), G691 'Unwuchterfassung' und G692 'Unwuchtkontrolle' verwendet. Sie kann mit dem C1-Parameter in den Zyklen G691 und G692 überlagert werden.

MC 452 Wuchten: Anfangs-Radialposition [µm]

Diese MC legt fest, auf welcher Radialposition (Abstand vom Mittelpunkt) des Drehtisches (S1-Achse), zur Kompensieren der Unwucht, normalerweise eine 'Masse' montiert wird.
Die MC wird im dem Zyklus G691 'Unwuchterfassung' verwendet.

MC 453 Wuchten: Drehtisch-Verschiebung [mGrad]

Diese MC legt die Verschiebung zwischen den 0-Position des Drehtisches und die Stelle (Tür) wo der Bediener die 'Masse' montiert zur kompensieren (und eichen) der Unwucht, fest.
Die MC wird in den Zyklen 'Unwucht-Kalibrierung' (Installation) und G691 'Unwuchterfassung' verwendet.

Bestehende Maschinenkonstanten

MC 268 Zweite Spindel (0=nein, 1=ja)
MC2600 - MC2799, MC4500 - MC4599 Zweite Spindel

Bemerkung: Der Umrichterausgang der 2. Spindel (MC2600) sollte gleich sein, wie der Umrichterausgang der C-Achse (MC3400).

12.3 G36/G37 Einschalten/Beenden Drehbetrieb

Zweck

G36 Umschalten der Maschine vom Fräsbetrieb mit C-Achse, auf Drehbetrieb mit Drehspindel S1.
G37 Beenden Drehbetrieb. Umschalten von Maschine in den Fräsbetrieb.

Format

N... G36 oder N... G36

Parameter

keine

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

G36

Die CNC schaltet die C-Achse in den Drehbetrieb.

Die Rundachse im Drehbetrieb wird als zweite Spindel mittels S1= und M1= programmiert. Der C-Parameter kann nicht mehr programmiert werden.

Im Bildschirm wird die Anzeige von C (Sollwert und Istwert) auf S1 umgeschaltet. Bei stehender Drehspindel, wird bei S1 die Position (0-359.999 Grad) angegeben.

G95, zugeordnet an der zweiten Spindel, wird aktiv.

Alle G-Funktionen können programmiert werden, aber nicht alle G-Funktionen sind sinnvoll. So hat z.B. eine Tasche im Drehbetrieb kein Sinn. Der C-Parameter und bestimmte andere Parameter, können in bestimmten G-Funktionen nicht mehr programmiert werden.

Die Wirkung von G36 bleibt aktiv, bis sie durch G37, Hochlauf der Steuerung oder <CNC rücksetzen> aufgehoben wird. G36 wird nicht durch M30 oder <Programm Abbruch> aufgehoben.

G37

Die CNC schaltet die C-Achse wieder ein.

Wenn die Drehspindel bei G37 noch dreht, wird diese zuerst angehalten.

Im Bildschirm wird die Position der Rundachsen mit einem Wert zwischen 0 und 359.999 Grad angezeigt.

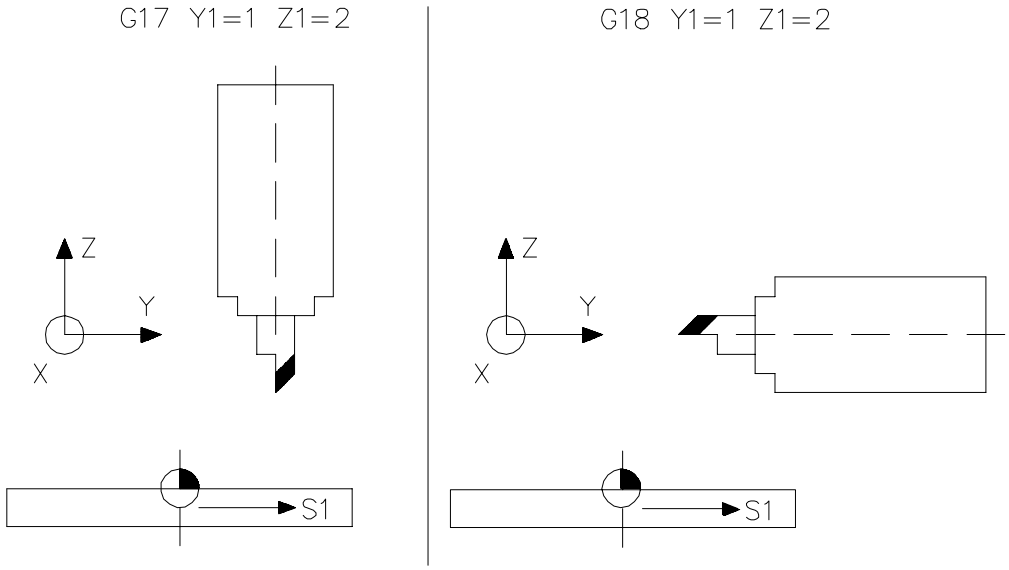
G94 wird aktiv.

Die Wirkung von G37 bleibt aktiv, bis sie durch G36 aufgehoben wird. G37 wird nicht durch M30 oder <Programm Abbruch> aufgehoben. Nach dem Hochlauf der Steuerung oder <CNC rücksetzen> ist G37 immer aktiv.

12.4 G17 Ebene für Drehbetrieb (G17 Y1=1 Z1=2)

Im Drehbetrieb steht die Maschine in G17 oder G18. Hierdurch wird die Richtung der Werkzeuglängenkorrektur bestimmt. (In G17 Z-Richtung, in G18 Y-Richtung).

Im Drehbetrieb wird die Bearbeitungen in der Ebene ZY ausgeführt. Diese Ebene wird in den Drehzyklen selbst berücksichtigt. Die Spezielle Bearbeitungsebene wird in G17 mit Y1=1 (erste Hauptachse) und Z1=2 (zweite Hauptachse) angedeutet.



Winkel (positiv) und Kreisrichtung (CW) sind von Y-Achse zur Z-Achse definiert.

Bemerkung: Die Sonderebene muss am Ende des Drehbetriebes durch Programmieren eines 'normalen' G17 bzw. G18 ohne Adressen zurückgesetzt werden.

12.5 G94/G95 Erweiterung Auswahl Vorschub Einheit

Zweck

Die CNC wird informiert, wie sie die programmierte Drehzahl (S) zu verwerten hat.

Dies ist eine erweiterte Funktion für den Drehbetrieb.
Beim Drehen muss die Spindel und der Rundtisch programmiert werden.

Hinweise und Verwendung

Für das Drehen kommt die Programmierung mit S1= und M1= für den Rundtisch (zweite Spindel) hinzu.

In Fräsbetrieb (G37): N... G95 F.. {S..} {M..}
In Drehbetrieb (G36): N... G95 F.. {S1=..} {M1=..}

S und M beziehen sich auf die Spindel
S1= und M1= beziehen sich auf die zweite Spindel

PRIORITAT

Die aktive Spindeldrehzahl ist entweder S oder S1=. Wenn S und S1= programmiert sind, wird S1 genommen.

MAXIMUM DREHZAHL

Der Wert der zweite Spindeldrehzahl (S1=), liegt zwischen 0 und "Drehzahl Max. Ausgangs Spannung' (MC2691).

MASCHINENFUNKTION

Zweite Spindel Maschinenfunktion:

M1=3 zweite Spindel Rechtslauf
M1=4 zweite Spindel Linkslauf
M1=5 zweite Spindel Stop

Positionieren der zweiten Spindel (M1=19) ist nicht möglich. Positionieren muss im Fräsbetrieb programmiert werden.

Die Adressen S1= und M1= können auch in den folgenden G-Funktionen programmiert werden: G0, G1, G2, G3, G94.

Die G95 Funktion berechnet den Vorschub in [mm/min (Inch/min)] an Hand des programmierten Vorschubes in [mm/Umdr], [Inch/Umdr] und der aktiven Spindeldrehzahl.

12.6 G96/G97 Konstante Schnittgeschwindigkeit

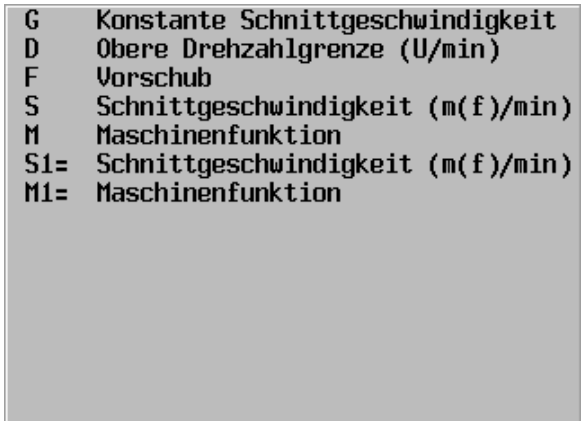
Zweck

G96 Programmierung Konstante Schnittgeschwindigkeit.
G97 Abschalten Konstante Schnittgeschwindigkeit.

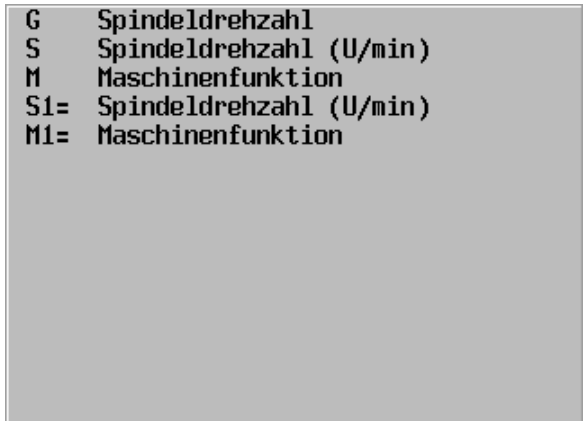
Format

N... G96 F.. D.. {S..} {M..} {S1=..} {M1=..}
N... G97 F.. {S..} {M..} {S1=..} {M1=..}

Parameter



G96



G97

S und M beziehen sich auf die Spindel
S1= und M1= beziehen sich auf die zweite Spindel (Drehtisch)

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

MAXIMUM DREHZAHL (D)

Der Wert der zweiten Spindeldrehzahl liegt zwischen 0 und "Drehzahl maximalen Ausgangs Spannung" (MC2691).

MASCHINENFUNKTION

Zweite Spindel Maschinenfunktion:

- M1=3 zweite Spindel Rechtslauf
- M1=4 zweite Spindel Linkslauf
- M1=5 zweite Spindel Stop

Positionieren der zweiten Spindel (M1=19) ist nicht möglich. Positionieren muss im Fräsbetrieb programmiert werden.
Die G96 Funktion berechnet den Vorschub in [mm/min (Inch/min)] an Hand des programmierten Vorschubes in [mm/Umdr], [Inch/Umdr] und der aktiven Spindeldrehzahl.
Die aktive Spindeldrehzahl ist entweder S oder S1=. Wenn S und S1= programmiert sind, wird S1 genommen.

12.7 Drehwerkzeuge in der Werkzeugtabelle definieren

Werkzeugkorrektur und -orientierung

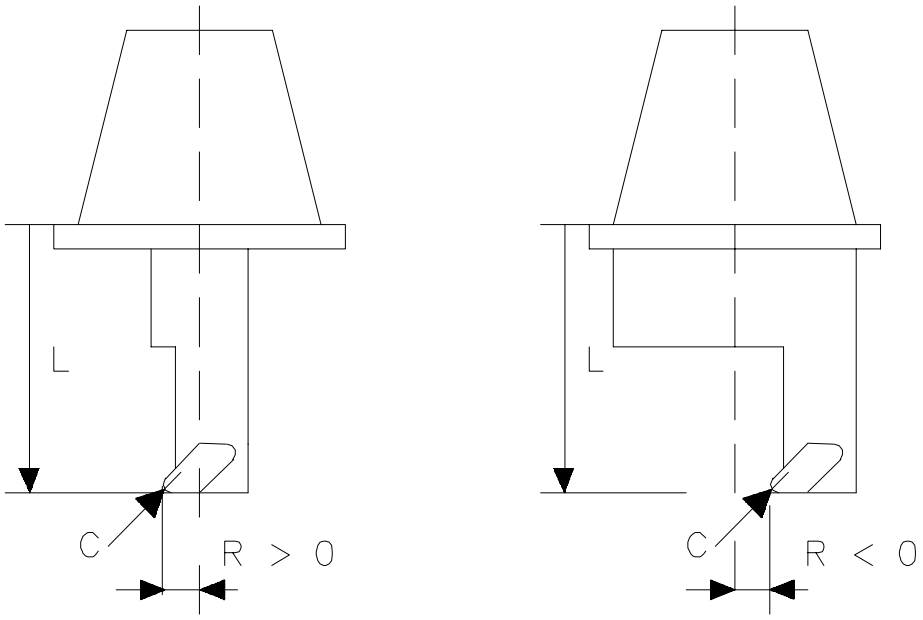
Die Werkzeugabmessungen werden als Werkzeuglänge L, Werkzeugradius R und Werkzeugeckenradius C abgespeichert. Die Werkzeugradiuskorrektur bezieht sich auf den Eckenradius C. Die dazu benötigte Werkzeugorientierung wird in die Adresse O im Werkzeugspeicher eingetragen.

Werkzeugspeicher

Die Drehwerkzeuge können auf beliebige Positionen im Werkzeugmagazin eingesetzt werden. Mit dem Parameter Q3= 'Werkzeugtyp' wird das Werkzeug als Drehwerkzeug gekennzeichnet. Damit wird auch die Spindel gesperrt.

Q3= 'Werkzeugtyp' = 8xx Drehwerkzeug.

Q3 wird durch die PLC berücksichtigt.



Werkzeugabmessungen für Drehwerkzeuge.

Wenn der Drehbetrieb aktiv ist (oder allgemein, wenn die Hauptebene parallel zur Werkzeugachse liegt), wird der Radius R als Verschiebung betrachtet. Auch wird in diesem Fall die Radiuskorrektur mit Hilfe des Werkzeugeckenradius C und der Orientierung O berechnet. Wenn die Orientierung in negative Achsrichtung zeigt, wird der Werkzeugradius auch als negative Verschiebung verrechnet.

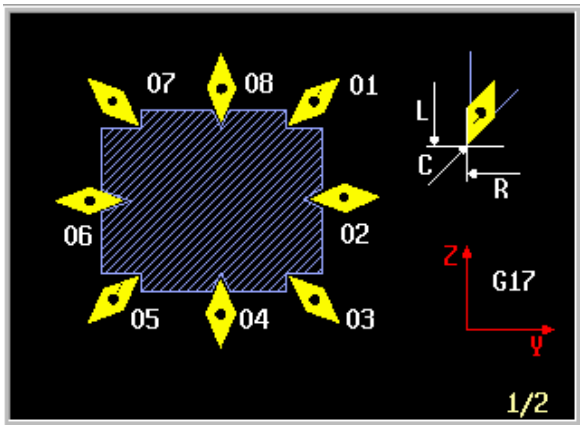
Ebene	Orientierung	Radius Korrektur	Radius als Verschiebung
G17	nicht aktiv	R	nicht aktiv
G17 Y1=1 Z1=2	1, 2, 3, 4, 8	C und O	R in negativer Y-Richtung
G17 Y1=1 Z1=2	5, 6, 7	C und O	R in positiver Y-Richtung
G18	nicht aktiv	R	nicht aktiv
G18 Y1=1 Z1=2	1, 2, 6, 7, 8	C und O	R in negativer Z-Richtung
G18 Y1=1 Z1=2	3, 4, 5	C und O	R in positiver Z-Richtung

Die Orientierung muss im Werkzeugspeicher für G17 Y1=1 Z1=2 (Vertikalbetrieb) im Werkzeugspeicher definiert sein. Die Steuerung passt die aktive Orientierung an, wenn G18 Y1=1 Z1=2 (Horizontalbetrieb) aktiviert wird.

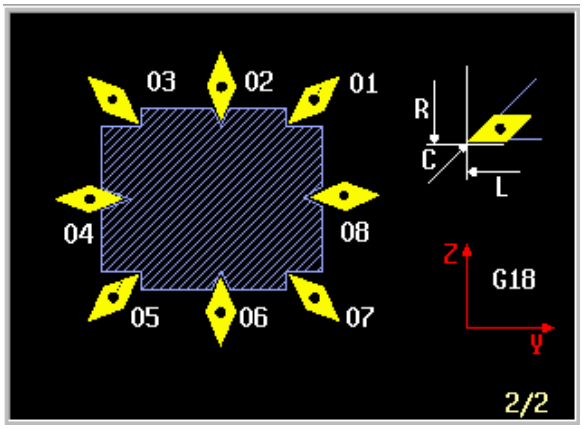
12.8 G302 Werkzeugdaten überlagern

Zweck

Die G302-Funktion bestimmt während der Ausführung die Werkzeugorientierung. Der Werkzeugparameter im Werkzeugspeicher wird nicht geändert.



G17

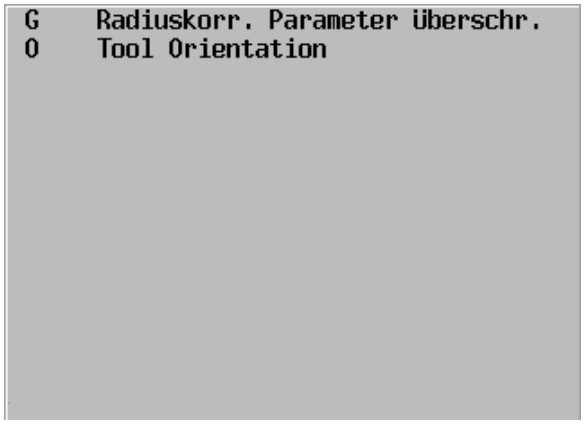


G18

Format

N.. G302 O

Parameter



O Definiert die Werkzeugorientierung die während der Ausführung verwendet wird. Wert liegt zwischen 0 und 8.

Art der Funktion

nicht modal

Hinweise und Verwendung

Bemerkungen:

Wenn die aktive Werkzeugorientierung überschrieben wird, kann sich auch die Richtung der R-Verschiebung ändern

In G18 wird die aktive Werkzeugorientierung durch die CNC geändert. Siehe Kapitel 'Werkzeugkorrektur'

VERWENDUNG

Die G302-Funktion sollte, wenn z.B. mit M19 D90 die Hauptspindel 180 Grad gedreht wird, verwendet werden. In diesem Fall ist die Orientierung, gegenüber dem Stand mit M19 D-90, gespiegelt. Auch wenn 'über die Mitte' gedreht wird, sollte die Orientierung gespiegelt werden.

Bemerkung: In diesen Fällen sollte auch die Drehrichtung der 2. Spindel umgedreht werden.

LÖSCHEN

G302 wird durch G302 ohne Parameter, Ebene setzen (G17, G18, G19), Werkzeugwechsel, M30 und <Programm abbrechen> wieder ausgeschaltet.

12.9 Unwuchtzyklen

12.9.1 Allgemeine Information

Um Drehwerkstücke auf einer FP-Maschine zu bearbeiten, muss sowohl die Maschine (Drehtisch) als auch das Drehwerkstück gewuchtet sein, da sonst die Lebensdauer der Maschine, die Qualität des Werkstücks oder sogar die Sicherheit des Bedieners nicht gewährleistet werden könne.

Zuerst muss das Unwuchtverhalten des Drehtisches ermittelt werden. Im Normalfall wird diese Unwucht-Kalibrierung bei der Maschinenfreigabe oder einem Serviceeinsatz stattfinden.

Um die Unwucht vom aufgespannten Werkstück zu erfassen, gibt es einen neuen Zyklus: **G691 Unwuchterfassung**.
Dieser Zyklus ist im Handbetrieb unter FST-Menü direkt aufrufbar.
Resultat ist einen Vorschlag, die gemessene Unwucht zu kompensieren: Welche Masse sollte auf welche Radialposition zur Drehmitte angebracht werden. Der Drehtisch wird automatisch auf die Position gedreht, wo die Masse angebracht werden soll.
In einem Dialogfenster kann die Radialposition für ein verfügbares Gegengewicht berechnet werden. Die Beziehung zwischen Masse und Position wird grafisch dargestellt.

Um sicher zu stellen, dass im Automatikbetrieb keine Drehbearbeitungen mit zu großer Unwucht stattfinden, kann im Programm eine neue G-Funktion aufgerufen werden**: G692 Unwuchtkontrolle**.
Diese G-Funktion kontrolliert die tatsächliche Unwucht mit der maximal erlaubten Unwucht. Bei einer Überschreitung wird eine Fehlermeldung ausgegeben, nach der der Bediener den Automatikbetrieb abbrechen kann und im Handbetrieb eine neue Unwuchterfassung mit Maßnahmen durchführen kann.

12.9.2 Beschreibung Unwucht

Beim arbeiten im Drehbetrieb treten Fliehkräfte auf, wenn das aufgespannte Teil (z.B. Pumpengehäuse) eine Unwucht hat. Dies beeinflusst die Rundlaufgenauigkeit, weil die 2. Spindel (= Rundachse C) auf der Y-Achse aufgebaut ist.

Unwucht U = m . R

wobei:

m	= Masse	[g]
R	= Abstand Massenmittelpunkt bis Tischmitte	[mm]

Die Unwucht wird in [gmm] (Gramm * mm) angegeben. Das heißt dass 500 [Gramm] auf 300 [mm] (= 150000 [gmm]) die gleiche Auswirkung hat wie 1000 [Gramm] auf 150 [mm].

Die Fliehkraft ist proportional zur Unwucht und nimmt mit steigender Drehzahl quadratisch zu:

Fliehkraft Fc = m . R : 1000000 . (S . 2 . PI : 60) ^ 2

wobei:

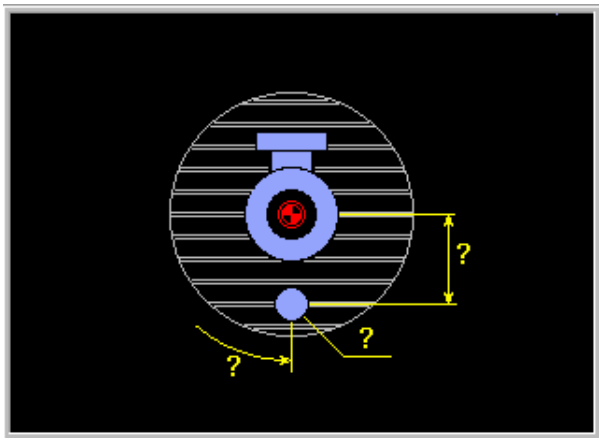
Fc	= Fliehkraft	[N]
m	= Masse	[g]
R	= Abstand Massenmittelpunkt bis Tischmitte	[mm]
S	= Drehzahl	[U/min]

Die Unwucht sollte über ein Gegengewicht kompensiert werden. Dabei werden das vorhandenen Messsysteme der Rundachse C und der Linearachse Y zur Erfassung der anwesenden Unwucht verwendet.

12.9.3 G691 Unwucht messen

Zweck

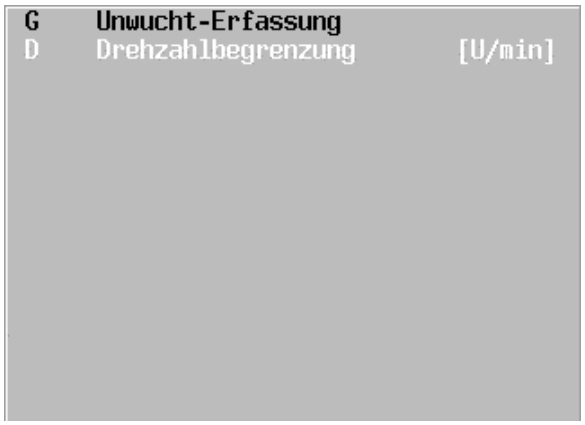
Dieser Zyklus berechnet die momentane Unwucht. Es wird dem Bediener vorgeschlagen, wie die Unwucht kompensiert werden kann. Dieser Zyklus sollte nach jeder Aufspannung und nach dem Fräsbetrieb aufgerufen werden.



Format

N.. G691 {D..}

Parameter



D Maximale Drehzahl zur Beendung der Messung
Grundstellung MC2691 'Maximaldrehzahl'
Minimaler Wert 50 [U/min]
Die Drehzahlgrenze sollte mindestens so hoch sein, wie die programmierte Drehzahl bei der Drehbearbeitung.

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G692

Hinweise und Verwendung

Bei der Unwuchterfassung wird bei steigender Drehzahl der Positionsfehler der Linearachse gemessen. Die Drehzahl wird dabei in Stufen von 25 U/min erhöht. Wenn der Positionsfehler den Maximalwert (MC451) erreicht hat oder die Maximaldrehzahl erreicht ist, wird die Messung beendet. Die Unwucht wird aus dem gemessenen Fehler und den abgespeicherten Eichdaten berechnet.

Die Unwucht (gmm) und die Kompensationsposition (Grad) wird angezeigt. Diese Position wird am Ende des Zyklus angefahren.

Beispiel: Wuchten eines Werkstückes

G691 D500

Erläuterung:

1 Start Wuchtzyklus mit maximaler Drehzahl von 500 U/min.

2 Unwucht wird gemessen. Berechnete Masse und Radialposition (Abstand und Winkel) werden im Fenster angezeigt. Die Wuchtposition wird automatisch positioniert.

3 Geben Sie im Dialogfenster das Gewicht einer vorhandene Masse ein.

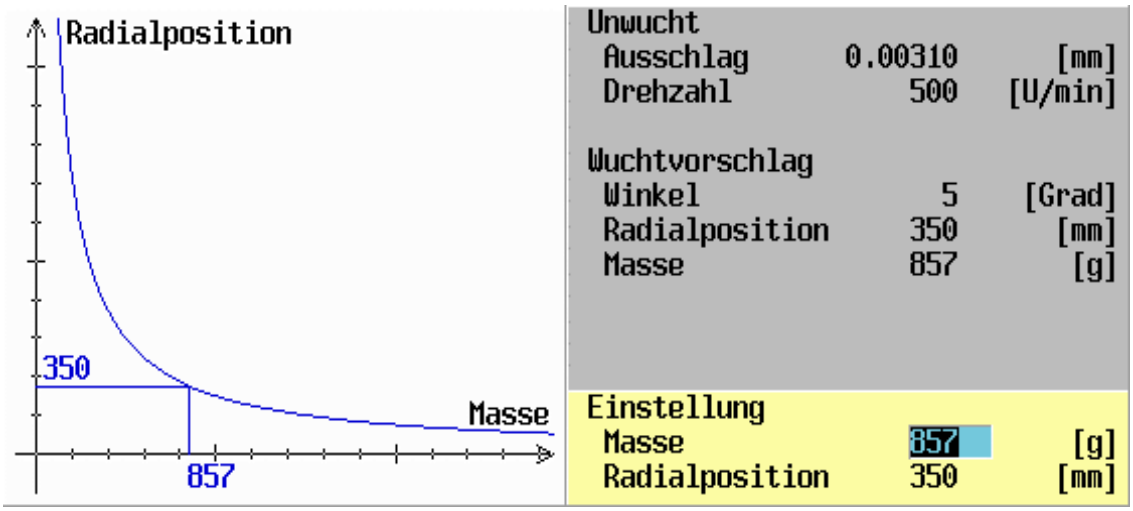
4 Die CNC zeigt im Fenster den neuen Radialabstand zu der vorhandene Masse an.

5 Befestigen Sie die Masse auf der Radialposition (Abstand und Winkel). Abschließen mit Start fortsetzen.

6 Kontrollieren Sie die Wuchtgüte durch Wiederholen des Wuchtzyklus G691. Die Unwucht-Masse muss sehr klein sein. Eventuell nochmals Wuchten mit der angezeigten Masse.

Messergebnis-Darstellung

Nachdem die Unwucht-Erfassungsmessung beendet ist, werden die Messergebnisse anstelle der Eingabe- und Unterstützungsfelder gezeigt. Dieses Bild wird mit G350 erstellt.



Links:
Die Beziehung zwischen Masse und Position wird grafisch dargestellt.

Rechts oben:
Die gemessene Unwucht verursacht einen Ausschlag bei angezeigter Drehzahl. Diese Unwucht kann kompensiert werden nach dem Wuchtvorschlag.

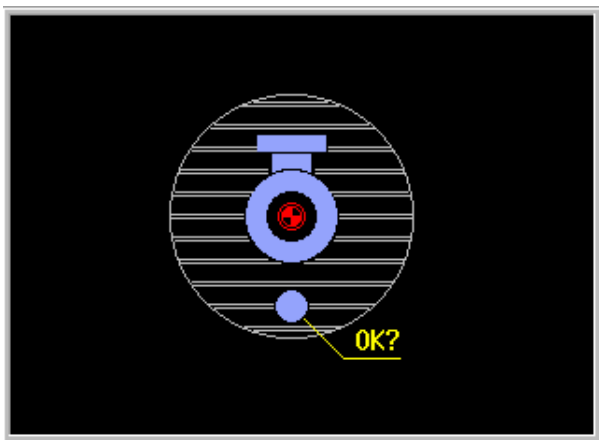
Rechts unten:
Im Dialogfenster wird die Radialposition für eine gewählte Maß berechnet. Die Berechnung findet nach Abschluss mit der <ENTER> Taste statt. Mit der START-Taste wird der Zyklus beendet und es werden diese Fenster geschlossen.

Im **Automatikbetrieb** wird das linke grafische Fenster nicht gezeigt, damit der Programmzeiger sichtbar bleibt.

12.9.4 G692 Unwucht kontrollieren

Zweck

Dieser Zyklus kontrolliert, ob die Unwucht einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Dieser sollte am Anfang jedes Drehbetriebes angerufen werden, um sicherzustellen, dass der Rundlauffehler die gewünschte Toleranz oder die festgelegte Grenze nicht überschreitet.



Format

N... G692 {C1=..} {D..}

Parameter

C1= Maximale Unwucht für Meldung
Grundstellung MC451 "Maximaler Ausschlag".

D Programmierte Drehzahl zur Kontrolle
Grundstellung MC2691 "Maximaler Drehzahl"

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G691

Hinweise und Verwendung

Beispiel: Kontrollieren der Unwucht

Bei der Unwuchtkontrolle wird bei gegebener Drehzahl der Ausschlag der Linearachse gemessen. Wenn der Ausschlag den Wert C1= erreicht, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Beispiel: Kontrollieren der Unwucht.

G692 C1=0.003 D500

Erläuterung:

Die CNC kontrolliert, ob der Ausschlag des Tisches bei einer Drehzahl von 500 Umdrehungen pro Minute innerhalb der Grenze von 0.003 mm liegt. Wenn der Ausschlag größer ist wie der eingetragene Wert (C1=), wird das Programm gestoppt.

12.9.5 Beispiel Unwucht

N1 G691 D500
N2 G691 D500
N... Fräsbearbeitungen
N30 G37
N31 G692 D500
N... Drehbearbeitungen

Erläuterung:

N1 G691 D500

1 Start Wuchtzyklus mit maximaler Drehzahl von 500 U/min.

2 Unwucht wird gemessen. Berechnete Masse und Radialposition (Abstand und Winkel) werden im Fenster angezeigt. Die Wuchtposition wird automatisch positioniert.

3 Geben Sie im Dialogfenster das Gewicht einer vorhandene Masse ein.

4 Die CNC zeigt im Fenster den neuen Radialabstand zur vorhandene Masse an.

5 Befestigen Sie die Masse auf der Radialposition (Abstand und Winkel). Abschließen mit Start fortsetzen.

N2 G691 D500
Kontrollieren Sie die Wuchtgüte durch Wiederholen des Wuchtzyklus G691. Die Unwucht-Masse muss sehr klein sein. Eventuell nochmals mit dem angezeigten Masse wuchten.

N...Fräsbearbeitungen.
Die Unwucht kann durch Fräsbearbeitungen oder Änderung der Aufspannung ändern werden.

N30 G37
Drehbetrieb starten

N31 G692 D500
Kontrolle der Unwucht.

12.10 Drehzyklen

VERFÜGBARKEIT

Maschine und CNC müssen vom Maschinenhersteller für den Drehbetrieb vorbereitet sein.

Die Drehzyklen werden als Makros ausgeführt. Man sieht jeden Satz des Makros in der Anzeige, und der Einzelsatz funktioniert bei jedem Satz.

Allgemeine Hinweise und Verwendung

ANFANGSPUNKT

Der Anfangspunkt bestimmt die Position, wo das Werkzeug mit der Bearbeitung anfängt. Von dieser Position aus fängt das Zerspanen mit der Schnittaufteilung an. Steht das Werkzeug weit weg, dann werden mehrere Schnittaufteilungen gemacht. Wenn das Werkzeug zwischen Y1= und Y2= steht, wird da angefangen und vielleicht nicht alles zerspant.

Wenn die Koordinate des Startpunktes Y kleiner als die Koordinate des Anfangspunktes Y1 ist, fährt das Werkzeug zuerst auf die Koordinate Z1.

ADRESSEN VOM WERKZEUGSPEICHER

Folgende Adressen vom Werkzeugspeicher werden verwendet:

C	Werkzeugschneidenradius
O	Werkzeugorientierung

Wenn bei O kein Wert im Werkzeugspeicher eingetragen ist, wird eine Standard Werkzeugorientierung, abhängig von der Bearbeitung, verwendet.

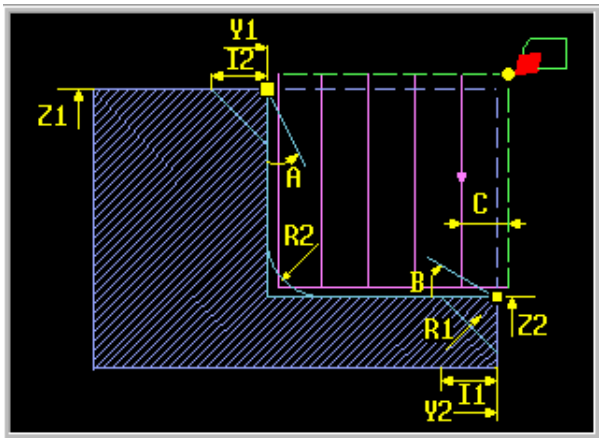
RADIUSKOMPENSATION

In dieser G-Funktion wird automatisch die Schneidenradiuskompensation ausgeführt.

12.10.1 G822 Zerspanen längs

Zweck

Zerspanen längs



Format

N... G822 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] [{I2=..}|{R2=..}] {S1=..} {F}

Parameter

G	Zerspanen längs (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Zustelltiefe
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
I2=	(Fasenlänge 2)
R2=	(Radius 2)

S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y2=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Y wird mit C, bis Y1= erreicht ist, reduziert.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Z und geht bis Z2.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Radiale Zustelltiefe (inkrementell):
Maß, um welches das Werkzeug jeweils in radialer Richtung zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein.

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt.
Winkel A oder B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt.

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Konturendpunkt.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Konturendpunkt.

I2= Fasenlänge: Grundstellung I2=0.
Fasenlänge bei Konturanfangspunkt.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung zwischen Winkel A und B.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G827 für das Schlichten

Hinweise und Verwendung

Erst wird zerspant, danach wird noch geschlichtet.

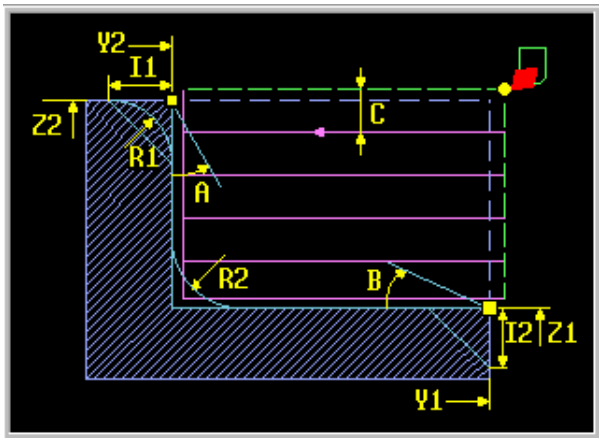
Werkzeugorientierung darf nur 4, 5 oder 6 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.2 G823 Zerspanen plan

Zweck

Zerspanen plan



Format

N... G823 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] [{I2=..}|{R2=..}] {S1=..} {F}

Parameter

G	Zerspanen plan (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Zustelltiefe
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
I2=	(Fasenlänge 2)
R2=	(Radius 2)

S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Y und geht bis Y2.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z2=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Z wird mit C, bis Z1= erreicht ist, reduziert.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Radiale Zustelltiefe (inkrementell):
Maß, um welches das Werkzeug jeweils in axialer Richtung zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt.
Winkel A oder B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt.

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Konturendpunkt.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Konturendpunkt.

I2= Fasenlänge: Grundstellung I2=0.
Fasenlänge bei Konturanfangspunkt.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung zwischen Winkel A und B.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G827 für das Schlichten

Hinweise und Verwendung

Erst wird zerspant, danach wird noch geschlichtet.

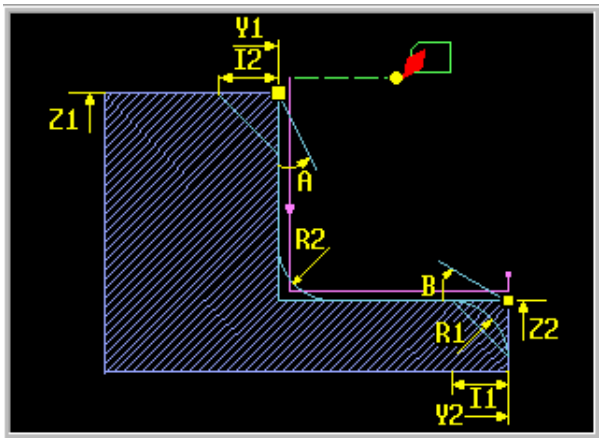
Werkzeugorientierung darf nur 4, 5 oder 6 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.3 G826 Zerspanen längs, schlichten

Zweck

Zerspanen längs, schlichten



Format

N... G826 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] [{I2=..}|{R2=..}] {S1=..} {F}

Parameter

G	Zerspanen längs schlichten (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
I2=	(Fasenlänge 2)
R2=	(Radius 2)
S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)

F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung. Der Schlichtbearbeitung startet bei Y.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt.
Winkel A oder B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt.

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Konturendpunkt.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Konturendpunkt.

I2= Fasenlänge: Grundstellung I2=0.
Fasenlänge bei Konturanfangspunkt.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeug Schneidenradius.
Abrundung zwischen Winkel A und B.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G822 für das Schruppen

Hinweise und Verwendung

Schlichten geht von Y1/Z1 zur Y2/Z2.

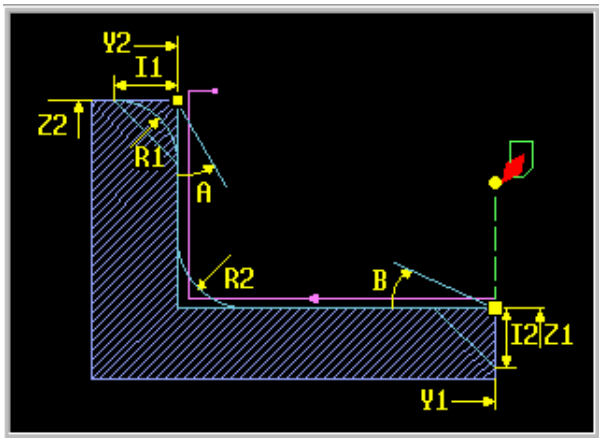
Werkzeugorientierung darf nur 4, 5 oder 6 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.4 G827 Zerplanen plan, schlichten

Zweck

Zerspanen plan, schlichten



Format

N... G827 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}]]{I2=..}|{R2=..}] {S1=..} {F}

Parameter

G	Zerspanen plan schlichten (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
I2=	(Fasenlänge 2)
R2=	(Radius 2)
S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)

F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung. Die Schlichtbearbeitung startet bei Y und geht bis Y2=.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z2=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt.
Winkel A oder B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt.

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Konturendpunkt.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Konturendpunkt.

I2= Fasenlänge: Grundstellung I2=0.
Fasenlänge bei Konturanfangspunkt.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeug Schneidenradius.
Abrundung zwischen Winkel A und B.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G823 für das Schruppen

Hinweise und Verwendung

Schlichten geht von Y1/Z1 zur Y2/Z2.

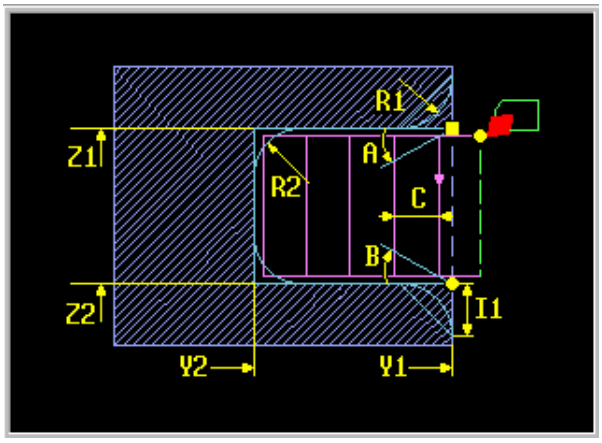
Werkzeugorientierung darf nur 4, 5 oder 6 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.5 G832 Ausdrehen längs

Zweck

Ausdrehen längs



Format

N... G832 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Ausdrehen längs (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Zustelltiefe
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)

F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Y und wird mit C, bis Y2= erreicht ist, reduziert.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Z1= und geht bis Z2=.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Radiale Zustelltiefe (inkrementell):
Maß, um welches das Werkzeug jeweils in radialer Richtung zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Z1=)
Winkel A und B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Z2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeug Schneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G837 für das Schlichten

Hinweise und Verwendung

Erst wird zerspant, danach wird noch geschlichtet.

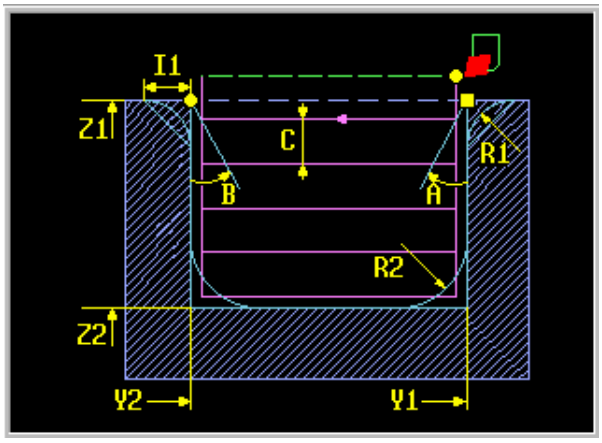
Werkzeugorientierung darf nur 3, 4 oder 5 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.6 G833 Ausdrehen plan

Zweck

Ausdrehen plan



Format

N... G833 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Ausdrehen plan (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Zustelltiefe
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)

F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Y1= und geht bis Y2=.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Z und wird mit C, bis Z2= erreicht ist, reduziert.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Radiale Zustelltiefe (inkrementell):
Maß, um welches das Werkzeug jeweils in axialer Richtung zugestellt wird. Die Tiefe muss kein Vielfaches der Zustelltiefe sein

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Y1=)
Winkel A und B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Y2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G837 für das Schlichten

Hinweise und Verwendung

Erst wird zerspant, danach wird noch geschlichtet.

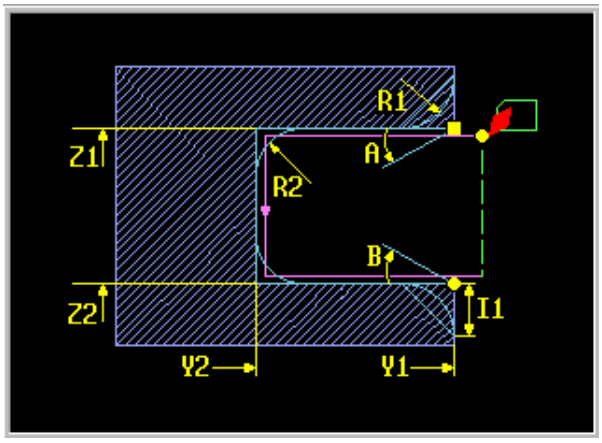
Werkzeugorientierung darf nur 5, 6 oder 7 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.7 G836 Ausdrehen längs, schlichten

Zweck

Ausdrehen längs, schlichten



Format

N... G836 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Ausdrehen längs schlichten (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung. Die Schlichtbearbeitung startet bei Z und geht bis Z2.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Z1=)
Winkel A und B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Z2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeug Schneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G832 für das Schruppen.

Hinweise und Verwendung

Schlichten geht von Y1/Z1 zur Y1/Z2.

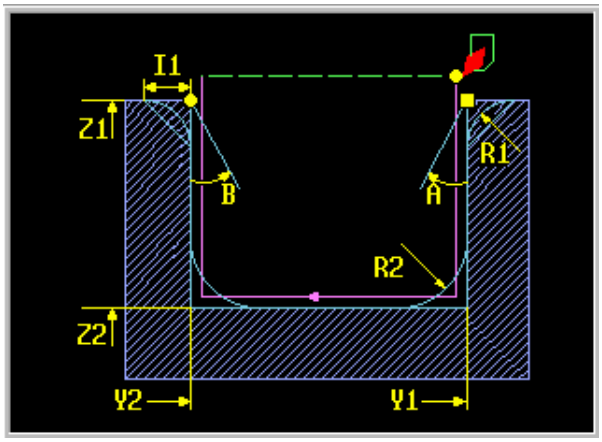
Werkzeugorientierung darf nur 3, 4 oder 5 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.8 G837 Ausdrehen plan, schlichten

Zweck

Ausdrehen plan, schlichten



Format

N... G837 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Ausdrehen plan schlichten (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung. Der Schlichtbearbeitung startet bei Y1= und geht bis Y2=.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Y1=)
Winkel A und B muss so gewählt werden, dass es für das Werkzeug keine Unterschneidung gibt.

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Y2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G833 für das Schruppen

Hinweise und Verwendung

Schlichten geht von Y1/Z1 zur Y1/Z2.

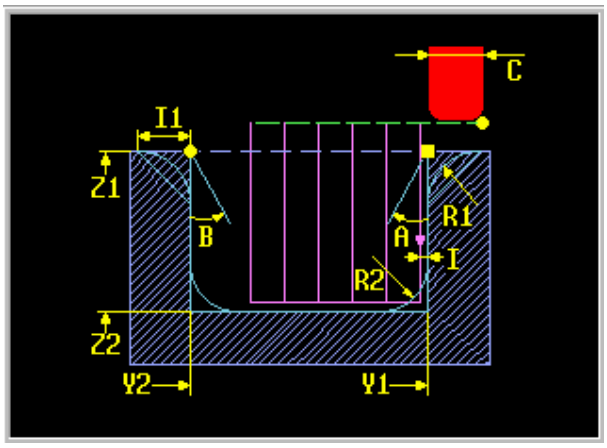
Werkzeugorientierung darf nur 5, 6 oder 7 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.9 G842 Einstechen axial

Zweck

Einstechen axial



Format

N... G842 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {I..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Einstechen axial (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Meißelbreite
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
I	(Schlichten)

S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Y1, mit der Zustellbreite, bis Y2 erreicht ist

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z2=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Meißelbreite:
Breite des Werkzeugs. Die Zustellbreite ist C minus zwei mal dem Schneidenradius

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Y1=)

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Y2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugecken Radius.
Abrundung unter im Kontur.

I Schlichtaufmaß: Grundstellung I=0.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G846 für das Schlichten

Hinweise und Verwendung

Erst wird zerspant, danach wird noch geschlichtet.

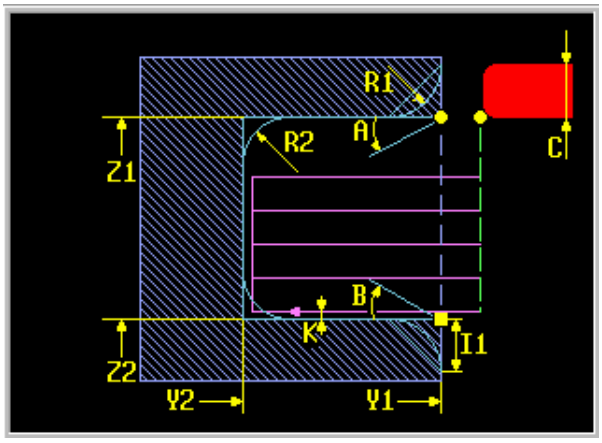
Werkzeugorientierung darf nur 5, 6 oder 7 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.10 G843 Einstechen radial

Zweck

Einstechen radial



Format

N... G843 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}} {R2=..} {K..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Einstechen radial (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Meißelbreite
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
K	(Schlichten)

S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Y und geht bis Y2.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z2=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Z2=, mit der Zustellbreite, bis Z1= erreicht ist.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Meißelbreite:
Breite des Werkzeugs. Die Zustellbreite ist C minus zwei mal dem Schneidenradius

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Z1=)

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Z2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

K Schlichtaufmaß: Grundstellung K=0.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G847 für das Schlichten

Hinweise und Verwendung

Erst wird zerspant, danach wird noch geschlichtet.

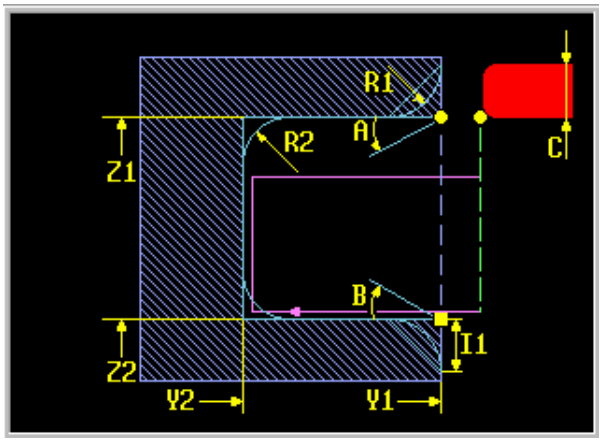
Werkzeugorientierung darf nur 3, 4 oder 5 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.11 G846 Einstechen axial, schlichten

Zweck

Einstechen axial, schlichten



Format

N... G846 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {I..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Einstechen axial schlichten (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Meißelbreite
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
I	(Schlichten)

S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Y und geht bis Y2.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z1=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Ausräumbearbeitung. Die Ausräumbearbeitung startet bei Z2= und geht bis Z1=.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Meißelbreite:
Breite des Werkzeugs. Die Zustellbreite ist C minus zwei mal der Eckenradius

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Y1=)

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Y2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

I Schlichtaufmaß: Grundstellung I=0.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G842 für das Schruppen

Hinweise und Verwendung

Schlichten geht von Y1/Z1 zur Y1/Z2.

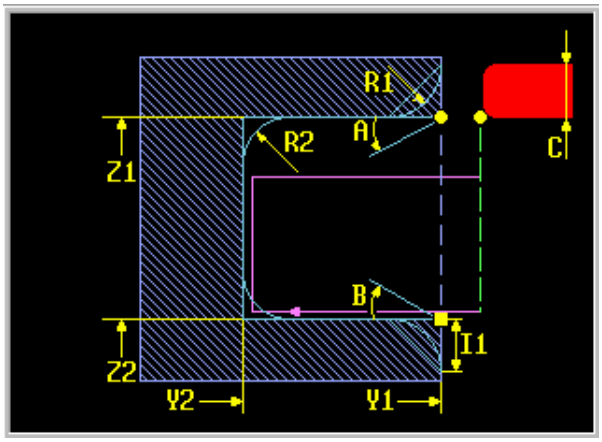
Werkzeugorientierung darf nur 5, 6 oder 7 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.10.12 G847 Einstechen radial, schlichten

Zweck

Einstechen radial, schlichten



Format

N... G847 Y.. Z.. Y1=.. Z1=.. Y2=.. Z2=.. C.. {A..} {B..} [{I1=..}|{R1=..}] {R2=..} {K..} {S1=..} {F}

Parameter

G	Einstechen radial schlichten (E)
Y	Startpunkt
Z	Startpunkt
Y1=	Konturanfangspunkt
Z1=	Konturanfangspunkt
Y2=	Konturendpunkt
Z2=	Konturendpunkt
C	Meißelbreite
A	(Winkel 1)
B	(Winkel 2)
I1=	(Fasenlänge 1)
R1=	(Radius 1)
R2=	(Radius 2)
K	(Schlichten)

S1=	(Schnittgeschwindigkeit/Drehzahl)
F	(Vorschub)

Y Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Y1=)
Position des Werkzeuges in radialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung. Die Schlichtbearbeitung startet bei Y und geht bis Y2.

Z Startpunkt. (Empfohlener Wert: Sicherheitsabstand zu Z2=)
Position des Werkzeuges in axialer Richtung. Dieser Position ist der Startpunkt der Schlichtbearbeitung.

Y1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z1= Konturanfangspunkt
Anfangspunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Y2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

Z2= Konturendpunkt
Endpunkt der zu bearbeitenden Kontur.

C Meißelbreite:
Breite des Werkzeugs. Die Zustellbreite ist C minus zwei mal der Eckenradius

A Winkel: Grundstellung A=0.
Winkel (>0) bei Konturanfangspunkt. (Z1=)

B Winkel: Grundstellung B=0.
Winkel (>0) bei Konturendpunkt. (Z2=)

I1= Fasenlänge: Grundstellung I1=0.
Fasenlänge bei Anfang und Ende der Kontur.
Nur I1= oder R1= dürfen programmiert werden.

R1= Rundung: Grundstellung R1=0.
Abrundung bei Anfang und Ende der Kontur.

R2= Rundung: Grundstellung R2= Werkzeugschneidenradius.
Abrundung unter im Kontur.

K Schlichtaufmaß: Grundstellung K=0.

F Vorschub: Verfahrgeschwindigkeit des Werkzeugs in mm/min

S1 Spindeldrehzahl

Art der Funktion

nicht modal

Zugehörige Funktionen

G843 für das Schruppen

Hinweise und Verwendung

Schlichten geht von Y1/Z2 zur Y1/Z1.

Werkzeugorientierung darf nur 3, 4 oder 5 sein.

Die Werkzeugbahn wird für den Schneidenradius korrigiert.

12.11 Beispiele

Beispiel 1:

```
N9999
N1 G17
N2 G37
N3 M54
N4 T1 M6
N5 S1000 F1000 M3
N...

N100 G17 Z1=1 Y1=2
N101 G36
N102 T7 M6
N103 S1=100 M1=3
N104 G0 X0 Y100 Z100
N105 G822 ....
N...

N200 G17
N201 G37
N203 T1 M6
N204 S1000 M3
N205 ....
N300 M30
```

Erläuterung:

N1 Ebene für das Fräsen setzen.
Längenkompensation in Z-Richtung.
N2 Fräsbetrieb
N3 Kopf steht in Z-Richtung
N4 Fräswerkzeug einwechseln
N5 Spindel starten
N...
N... Fräsen

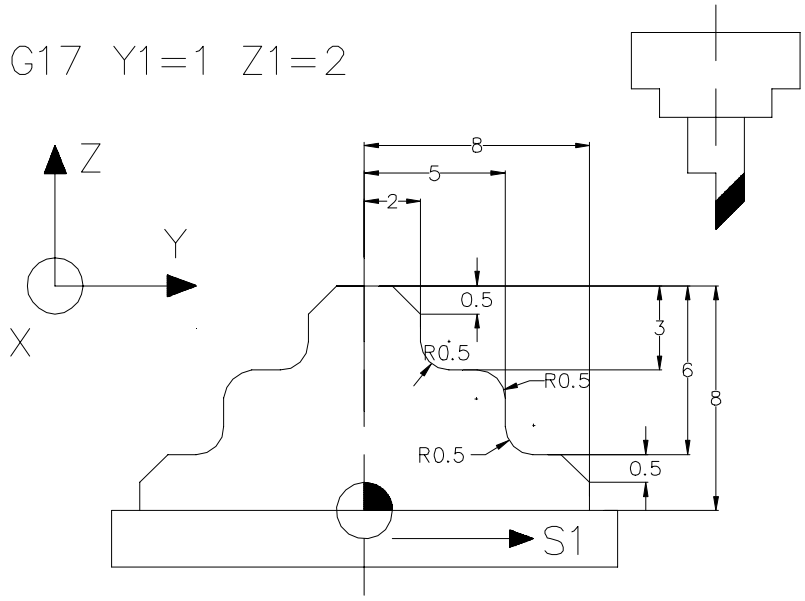
N100 Ebene für das Drehen setzen.
Hauptachse-1 ist Z, Hauptachse-2 ist Y.
Radiuskorrektur in ZY Ebene.
N101 Drehbetrieb
N102 Werkzeug einwechseln
N103 Drehtisch für endlos drehen starten
N104 Drehwerkzeug positionieren
N105 Zyklen Zerspanen längs starten
N...
N... Drehen

N200 Ebene für das Fräsen setzen.
Längenkompensation in Z-Richtung.
N201 Fräsbetrieb
N202 Fräswerkzeug einwechseln
N103 Spindel starten
N104 Fräswerkzeug positionieren
N...
N... Fräsen

N300 Programm-Ende

Beispiel 2:

```
N9999
N1 G17
N2 G37
N3 G54 I1 Z8
N4 G36 (endlos drehen)
N5 M54
N6 G17 Z1=1 Y1=2
N7 G195 X-1 Y-1 Z1 I2 J12 K-11
N8 G199 X0 Y0 Z0 B4 C2
N9 G198 I1=14 X0 Y8 Z0
N10 G2 X0 Y8 I0 J0
N11 G1 X0 Y8 Z-8
N12 G2 X0 Y8 I0 J0
N13 G196
N14 T1 M6 (L100 R5 C0.3 Q3=800)
N15 S1=1000 M1=3
N16 G0 X0 Y8 Z3 F1000 S1000 M5
N17 (Schruppen)
N18 G823 Y8 Z0.3 Y1=8 Z1=-3 Y2=2 Z2=0 I1=0.5 R2=0.5 C0.2
N19 G823 Y8 Z-2.7 Y1=8 Z1=-6 Y2=5 Z2=-3 R1=0.5 I2=0.5 R2=0.5 C0.2
N20 (Schlichten)
N21 G827 Y8 Z-6.7 Y1=8 Z1=-6 Y2=5 Z2=-3 R1=0.5 I2=0.5 R2=0.5
N22 G827 Y8 Z-2.7 Y1=8 Z1=-3 Y2=2 Z2=0 I1=0.5 R2=0.5
N23 G0 Z10
N24 T0 M6
N25 G37
N26 G53
N27 M30
```



Erläuterung:

N1 Ebene für das Fräsen setzen. Längenkompensation in Z-Richtung.
N2 Fräsbetrieb
N3 Nullpunktverschiebung in Z Richtung. Oberkante Material ist Null.
N4 Drehbetrieb
N5 Kopf steht in Z-Richtung
N6 Ebene für das Drehen setzen.

Hauptachse-1 ist Z, Hauptachse-2 ist Y.
Radiuskorrektur in ZY Ebene.

N7 Grafik Fenster setzen
N8 Anfang Material Grafikkonturbeschreibung. B4 heißt selbst zeichnen.
N9 Anfang Konturbeschreibung. I1=14 ist Farbe Hell Blau
N10 Oberer Kreis des Zylinders.
N11 Linie
N12 Unterer Kreis des Zylinders.
N13 Grafik-Konturbeschreibungs-Ende
N14 Drehwerkzeug einwechseln (Länge, Radius, Eckenradius und Typ)
N15 Drehtisch für endlos drehen starten
N16 Drehwerkzeug positionieren
N18 G823 Zyklus Zerspanen plan starten. Oberen Teil drehen

Y8	Startpunkt
Z0.3	Startpunkt
Y1=8	Konturanfangspunkt
Z1=-3	Konturanfangspunkt
Y2=2	Konturendpunkt
Z2=0	Konturendpunkt
C0.2	Zustelltiefe
I1=0.5	Fasenlänge 1
R2=0.5	Radius 2

N19 G823 Zyklus Zerspanen plan starten. Unteren Teil drehen

Y8	Startpunkt
Z-2.7	Startpunkt
Y1=8	Konturanfangspunkt
Z1=-6	Konturanfangspunkt
Y2=5	Konturendpunkt
Z2=0	Konturendpunkt
C0.2	Zustelltiefe
R1=0.5	Radius 1
I2=0.5	Fasenlänge 2
R2=0.5	Radius 2

N21 G827 Zyklus Zerspanen plan schlichten starten. Unteren Teil schlichten

Y8	Startpunkt
Z-6.7	Startpunkt
Y1=8	Konturanfangspunkt
Z1=-6	Konturanfangspunkt
Y2=5	Konturendpunkt
Z2=-3	Konturendpunkt
R1=0.5	Radius 1
I2=0.5	Fasenlänge 1
R2=0.5	Radius 2

N22 G827 Zyklus Zerspanen plan schlichten starten. Oberen Teil Schlichten

Y8	Startpunkt
Z-2.7	Startpunkt
Y1=8	Konturanfangspunkt
Z1=-3	Konturanfangspunkt
Y2=2	Konturendpunkt
Z2=0	Konturendpunkt
I1=0.5	Fasenlänge 1
R2=0.5	Radius 2

N23 Werkzeug Freifahren
N24 Werkzeug zurücksetzen
N25 Fräsbetrieb
N26 Nullpunktverschiebung deaktivieren
N27 Programm-Ende

13. G64 Erweiterte Geometrieberechnungen

VEREINBARUNGEN ZU DEN FORMATEN

Es wird angenommen, dass für sämtliche in diesem Anhang aufgeführter Formate die G64-Funktion bereits in einem vorherigen Satz programmiert worden und somit wirksam sind.

Es wird ebenfalls angenommen, dass die XY-Ebene wirksam ist. Sollte eine andere Ebene wirksam sein, müssen die entsprechenden Adressen in den Formaten ersetzt werden.

Um anzugeben, dass bei einem bestimmten Format mehrere Sätze erforderlich sind, erhält der erste Satz die Nummer N1 und werden die darauffolgenden Sätze mit N2, N3 usw. nummeriert. Diese Nummerierung ist nicht obligatorisch, sondern beruht lediglich auf eine Vereinbarung.

In den Formaten wird die Programmierung des Endpunktes mit **X.. Y..** angegeben. Statt dieser Koordinaten können die Polarkoordinaten B2=.. , L2=.. oder ein definierter Punkt P.. verwendet werden.

Manchmal wird die Programmierung des Endpunktes mit [Endpunkt] angegeben. In diesem Fall kann der Endpunkt programmiert werden als wäre die Geometrie nicht eingeschaltet (G63 wirksam), also mit: nur X.. oder nur Y.. oder X.. und Y.. oder B1=.. und X.. oder B1=.. und Y..

In den Formaten wird die Programmierung des Kreismittelpunktes mit I.. J.. angegeben. Statt dieser Koordinaten können die Polarkoordinaten B3=.. , L3=.. verwendet werden.

Die Verwendung eines Hilfspunktes wird mit **X.. Y.. I1=0** angegeben, die Verwendung einer Parallellinie mit **X.. Y.. I1=±..** Statt X.. und Y.. können auch die Polarkoordinaten B2=.. , L2=.. oder ein definierter Punkt P.. verwendet werden. Auch die Verwendung von X1=.. Y1=.. statt X.. Y.. I1=0 ist möglich.
In bestimmten Fällen kann ein Hilfspunkt oder eine Parallellinie verwendet werden. Dies wird mit **X.. Y.. I1=0 oder I1=±..** angegeben.

Manchmal wird ein Hilfspunkt mit **[Hilfspunkt]** angegeben. Alle möglichen Formate für Hilfspunkt können benutzt werden.

Für die Bilder in denen die Formate erläutert werden, gelten folgende Vereinbarungen:

P_0 = einen vom vorherigen Satz bekannten Startpunkt
P_s = ein Hilfspunkt auf einer Geraden oder einer Parallellinie
P_e = ein programmierter Endpunkt
M = ein programmierter Kreismittelpunkt
R = ein programmierter Kreisradius

Viele Definitionen von Geraden werden mit einem Winkel B1=.. oder einem Hilfspunkt Ps auf der Geraden gegeben. In den Bildern wird dies mit {B1=} und {Ps} angegeben. Wenn die Klammern { } fehlen, müssen beide Wörter programmiert werden.

G64 ERWEITERTE GEOMETRIEBERECHNUNGEN

Inhalt dieses Abschnitts

Schnittpunkt

1.1 Schnittpunkt Gerade-Gerade
1.2 Schnittpunkt Gerade-Gerade als Endpunkt programmiert
1.3 Fase am Schnittpunkt Gerade-Gerade
1.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade
1.5 Rundung zwischen Geraden und Fase
1.6 Schnittpunkt Gerade-Kreis
1.7 Schnittpunkt Gerade-Kreis als Endpunkt programmiert
1.8 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis
1.9 Schnittpunkt Kreis-Gerade
1.10 Schnittpunkt Kreis-Gerade als Endpunkt programmiert
1.11 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade
1.12 Schnittpunkt Kreis-Kreis
1.13 Schnittpunkt Kreis-Kreis als Endpunkt programmiert
1.14 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis

Tangentenpunkt

2.1 Tangentenpunktanzeiger (R1=)
2.2 Tangentenpunkt Gerade-Kreis
2.3 Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis
2.4 Tangentenpunkt Kreis-Gerade
2.5 Verbindungskreis am Tangentenpunkt Kreis-Gerade
2.6 Tangentenpunkt Kreis-Kreis
2.7 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Kreis-Kreis

Verbindungskreis zwischen Elementen die sich nicht schneiden/tangieren

3.2 Gerade und Kreis
3.3 Kreis und Gerade
3.3 Zwei Kreise nebeneinander
3.4 Ein Kreis innerhalb eines anderen
3.5 Konzentrische Kreise

Geometrieberechnungen bei diskontinuierlichen Bewegungen g64

4.1 Rundung oder Verbindungskreisanzeiger (K1=)
4.2 Rundung mit Schnittpunkten
4.3 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade
4.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis
4.5 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade
4.6 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis
4.7 Tangierende Geraden (R1=)
4.8 Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis oder umgekehrt
4.9 Verbindungskreis zwischen einer Geraden und einem Kreis die sich nicht scheiden/tangieren
4.10 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen die nebeneinander liegen
4.11 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt
4.12 Verbindungskreis bei zwei konzentrischen Kreisen

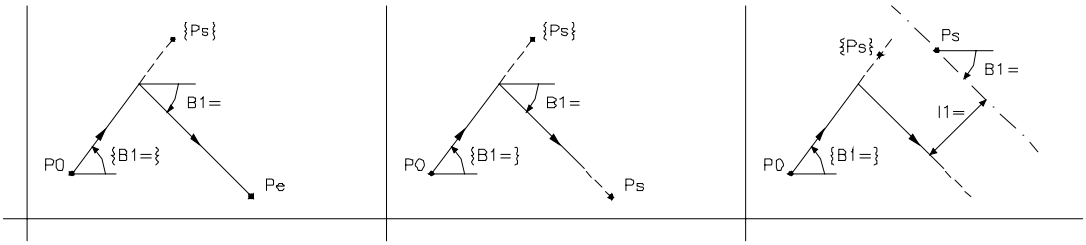
13.1 Schnittpunkt

13.1.1 Schnittpunkt Gerade-Gerade

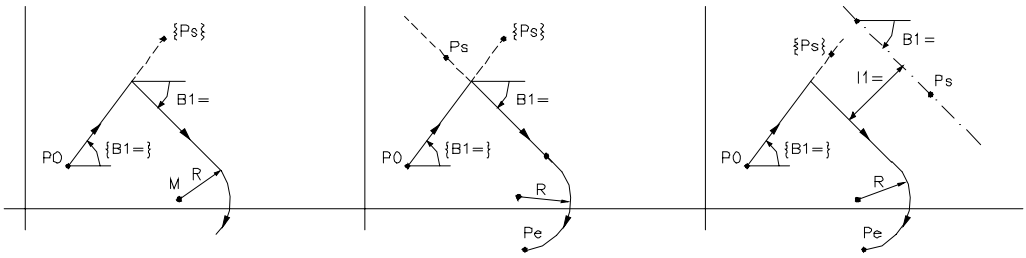
Berechnen des Schnittpunktes zweier Geraden

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

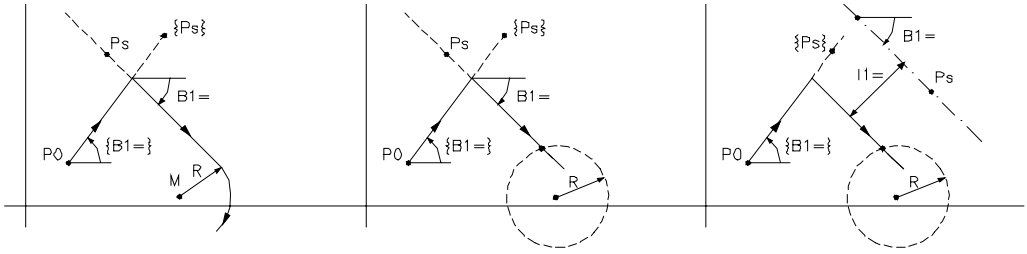
Wenn der Startpunkt für die erste Gerade bekannt ist, so kann die Gerade entweder mit dem Winkel der sie mit der Hauptachse bildet oder mit einem beliebigen Hilfspunkt auf der Geraden definiert werden. Für die zweite Gerade sind mehrere Formate möglich:



N1	G1	B1=..			
N2		B1=..	X..	Y..	
oder					
N1	G1	B1=..			
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=±..
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2		B1=..	X..	Y..	
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=±..



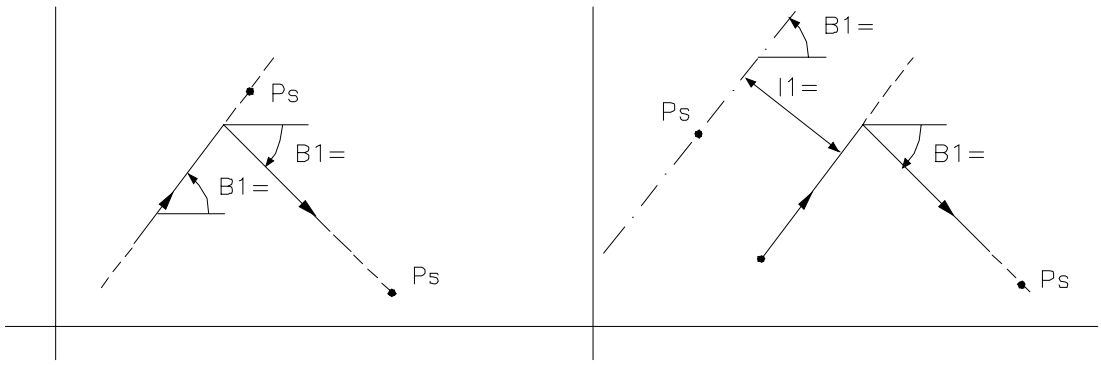
N1	G1	B1=..				
N2		B1=..	R1=0			
oder						
N1	G1	B1=..				
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=±..	R1=0
oder						
N1	G1	X..	Y..	I1=0		
N2		B1=..	R1=0			
oder						
N1	G1	X..	Y..	I1=0		
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0	R1=0



N1	G1	B1=..			
N2		X..	Y..	I1=0	R1=0
oder					
N1	G1	B1=..			
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=.. J1=1/2
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2		X..	Y..	I1=0	R1=0
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=.. J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



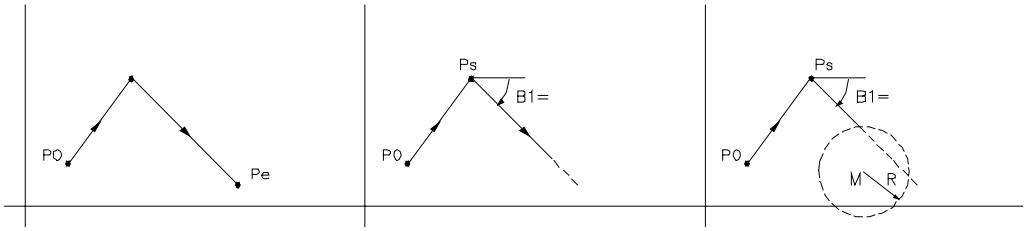
N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=..

Der Satz N2 bleibt unverändert.

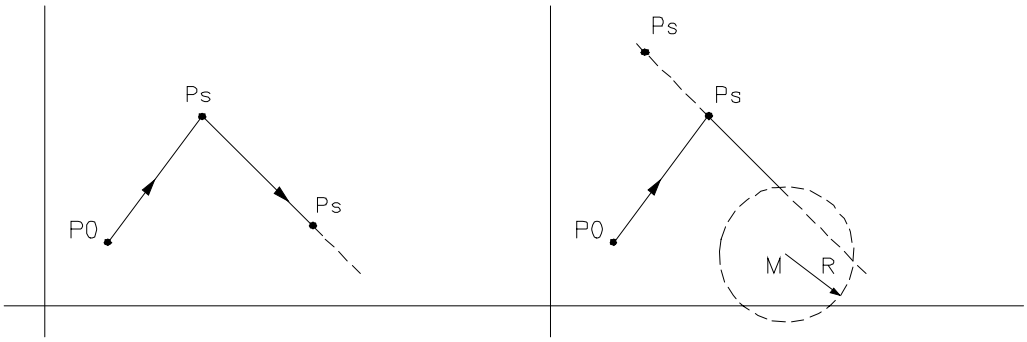
Der Hilfspunkt fällt mit dem Schnittpunkt zusammen

Wenn der Hilfspunkt mit dem Schnittpunkt zusammenfällt, so wird angenommen, dass dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Es kommen dann einige Formate hinzu, in denen die zweite Gerade mit entweder dem Winkel oder dem Hilfspunkt auf der Geraden programmiert werden kann:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



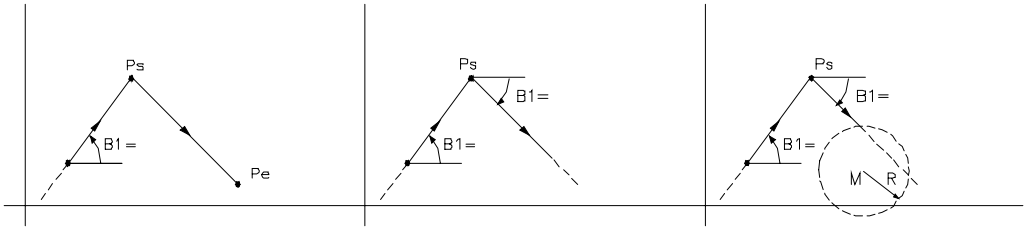
N1 G1 [Hilfspunkt = Schnittpunkt]
N2 X.. Y..
oder
N1 G1 [Hilfspunkt = Schnittpunkt]
N2 B1=..
oder
N1 G1 [Hilfspunkt = Schnittpunkt]
N2 B1=.. J1=1/2



N1 G1 [Hilfspunkt = Schnittpunkt]
N2 X.. Y.. I1=0
oder
N1 G1 [Hilfspunkt = Schnittpunkt]
N2 X.. Y.. I1=0 J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



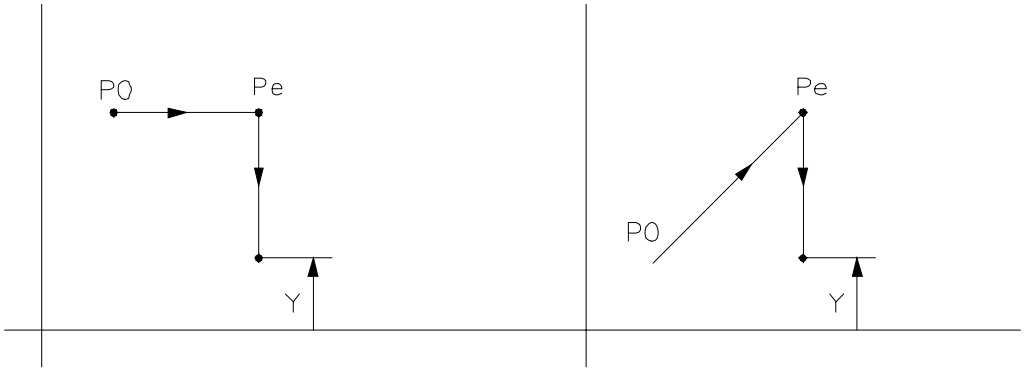
N1 G1 B1=.. [Hilfspunkt = Schnittpunkt]

Der Satz N2 bleibt unverändert.

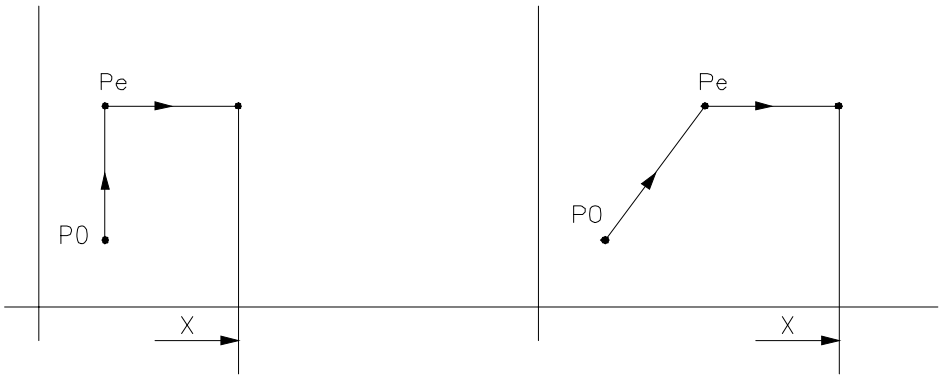
13.1.2 Schnittpunkt Gerade-Gerade als Endpunkt programmiert

Manchmal ist der Schnittpunkt zweier Geraden in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, dass dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Gerade ist. Wenn der Endpunkt mit nur einer Koordinate programmiert ist, so wird die andere Koordinate den vorherigen Sätzen entnommen. Die folgenden zusätzlichen Formate sind möglich:

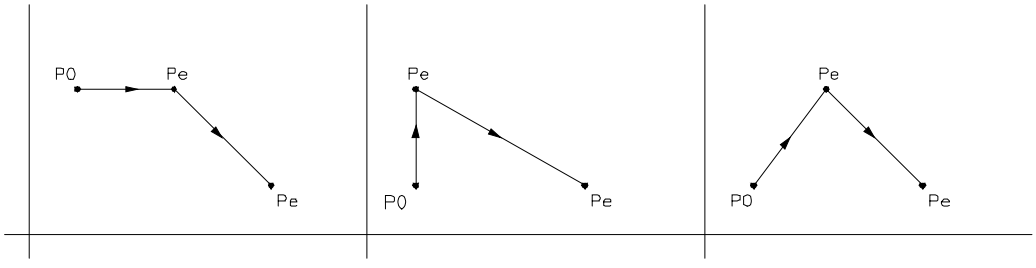
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



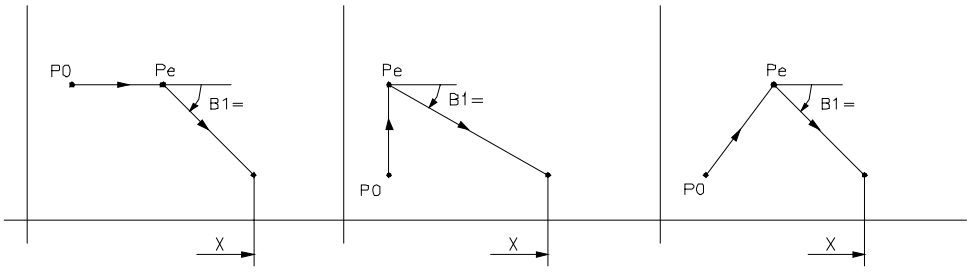
N1 G1 X.. oder X.. Y..
N2 Y..



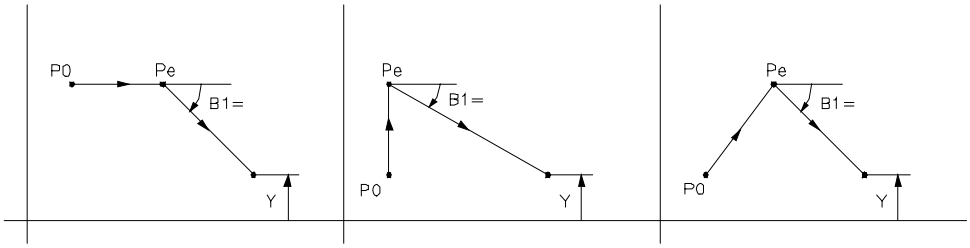
N1 G1 Y.. oder X.. Y..
N2 X..



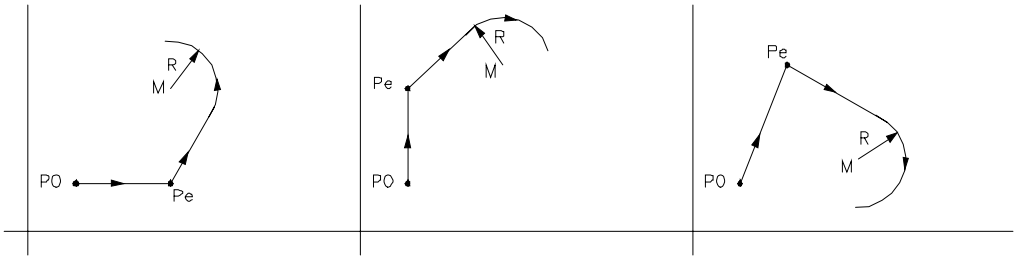
N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 X.. Y..



N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 B1=.. X..



N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 B1=.. Y..

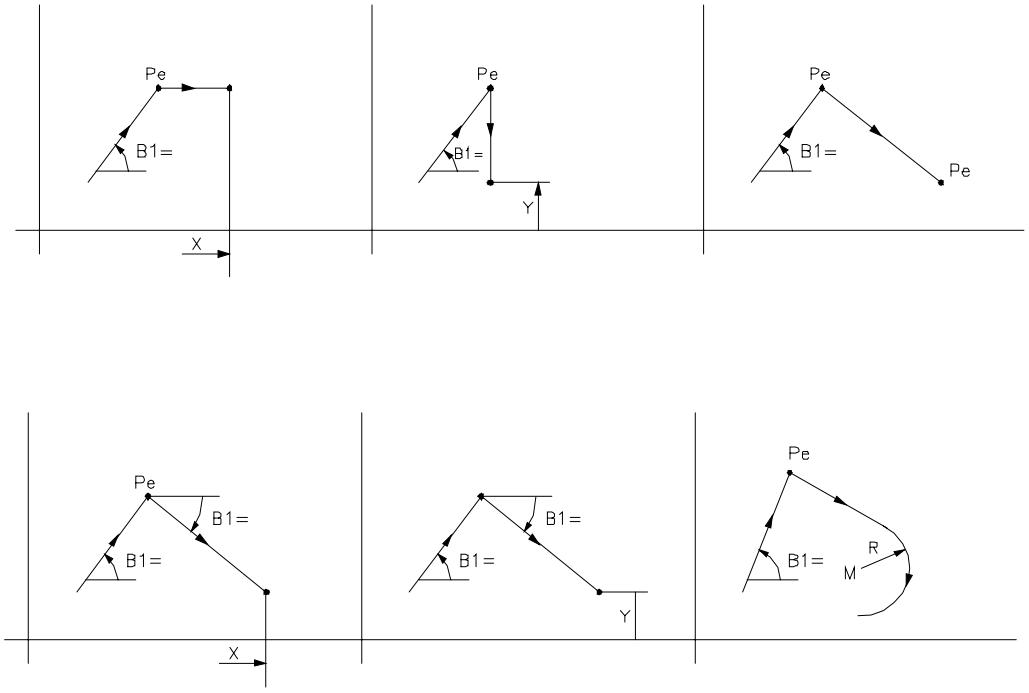


N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 R1=0

Sämtliche im vorherigen Fall aufgeführter Formate zum Errechnen des Schnittpunktes können ebenfalls programmiert werden.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und der Endpunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



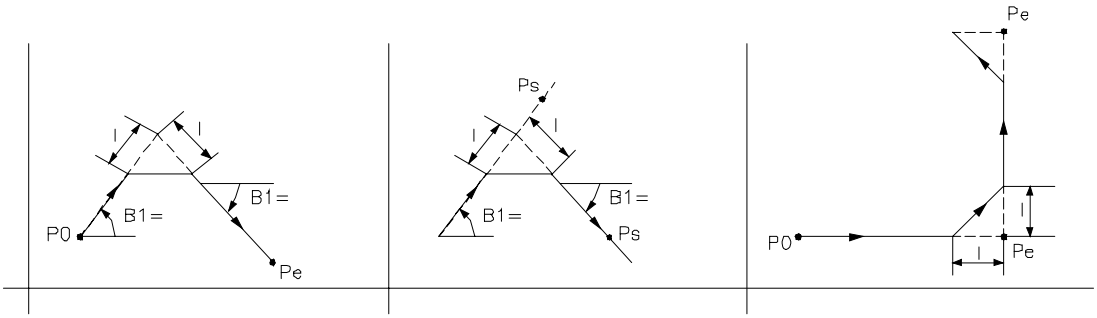
N1 G1 B1=.. X..
oder
N1 G1 B1=.. Y..
oder
N1 G1 B1=.. X.. Y..

Der Satz N2 bleibt unverändert.

13.1.3 Fase am Schnittpunkt Gerade-Gerade

Einfügen einer symmetrischen Fase am Schnittpunkt zweier Geraden.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G1	B1=..
N2		I...
N3		usw.

Für die Formate von Satz N3 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. im Satz N1 kann ein Hilfspunkt, eine Parallellinie oder ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt oder Endpunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=..
N2		I...				
N3	usw.					

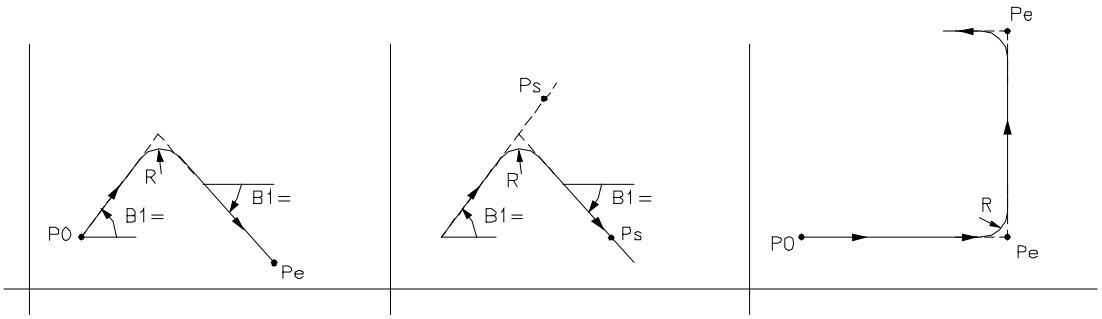
Die Sätze N2 und N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. mit einem Hilfspunkt oder einer Parallellinie im Satz N1 kann ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

13.1.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt zweier Geraden.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt




```
N1    G1          B1=..
N2    G2/G3  R...
N3    G1          usw.
```

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. im Satz N1 kann ein Hilfspunkt, eine Parallellinie oder ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Für die Formate von Satz N3 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt oder Endpunkt in den Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

```
N1    G1          B1=..  X..    Y..    I1=0 oder    I1=±..
N2    G2/G3  R...
N3    G1          usw.
```

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. mit einem Hilfspunkt oder einer Parallellinie im Satz N1 kann ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

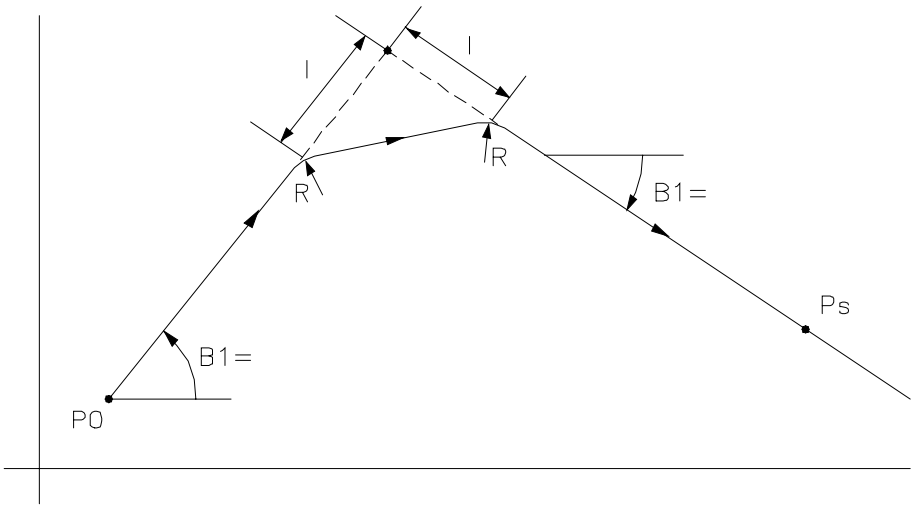
Die Sätze N2 und N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

13.1.5 Rundung zwischen Geraden und Fase

Einfügen einer Rundung zwischen einer Geraden und einer Fase.

In den nachfolgenden Formaten sind beide Rundungen angegeben. Es ist möglich nur eine Rundung einzufügen und die andere wegzulassen.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G1	B1=..
N2	G2/G3	R...
N3	G1	I...
N4	G2/G3	R...
N5	G1	usw.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. im Satz N1 kann ein Hilfspunkt, eine Parallellinie oder ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Für die Formate von Satz N5 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt oder Endpunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=±..
N2	G2/G3	R...				
N3	G1	I...				
N4	G2/G3	R...				
N5	G1	usw.				

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. mit einem Hilfspunkt oder einer Parallellinie im Satz N1 kann ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Für die Formate von Satz N5 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

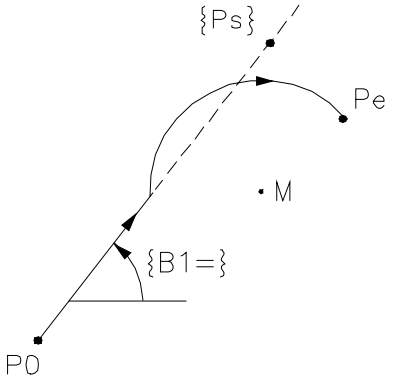
13.1.6 Schnittpunkt Gerade-Kreis

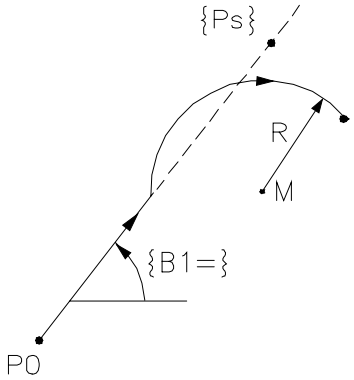
Errechnen des Schnittpunktes einer Geraden und eines Kreises

SCHNITTPUNKTANZEIGER (J1=)
Für eine Beschreibung des Schnittpunktanzeigers sei auf das Kapitel über die Funktion G64, Abschnitt Hinweise und Verwendung verwiesen.

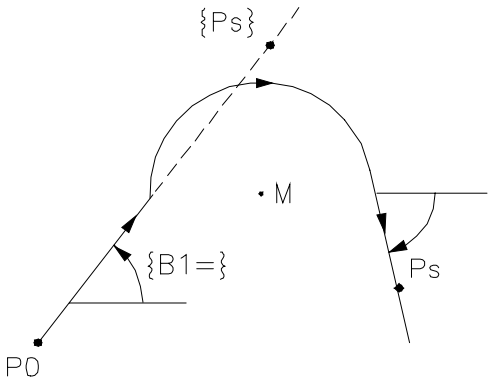
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

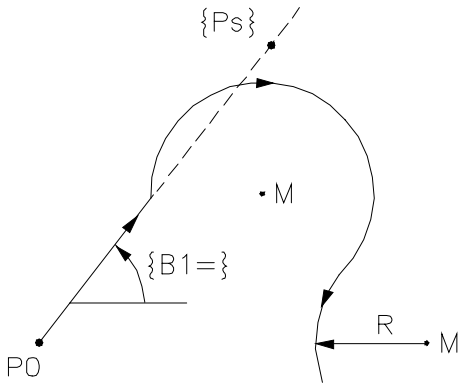
Wenn der Startpunkt für die Gerade bekannt ist, so kann die Gerade entweder mit dem Winkel der sie mit der Hauptachse bildet oder mit einem beliebigen Hilfspunkt auf der Geraden definiert werden. Für den Kreis sind mehrere Formate möglich:



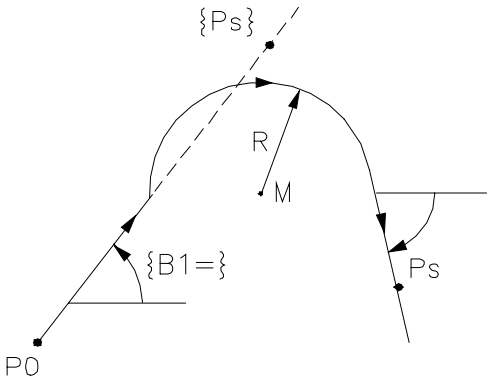


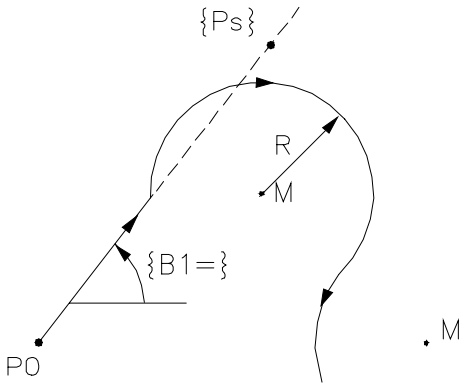
N1	G1	B1=..	J1=1/2		
N2	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G1	B1=..	J1=1/2		
N2	G2/G3	I..	J..	R..	
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	R..	



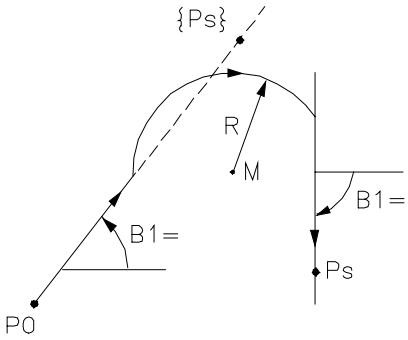


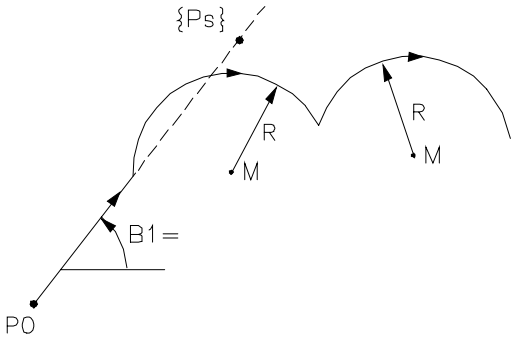
N1	G1		B1=..	J1=1/2		
N2	G2/G3	I..		J..	R1=0	
oder						
N1	G1		X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0		





N1	G1				N1	G1	B1=..	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0			
oder								
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2			
N2	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0			

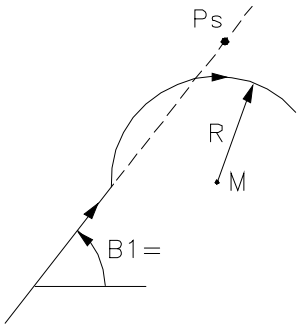


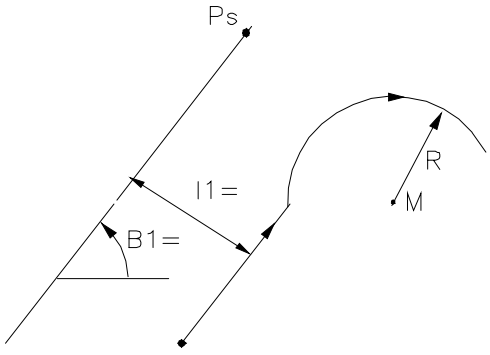


N1	G1	B1=..	J1=1/2		
N2	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:





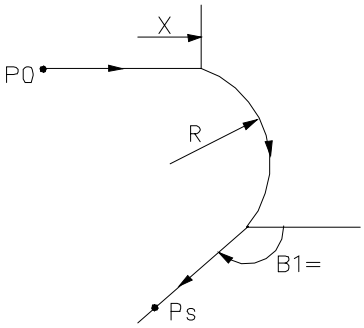
N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=..	J1=1/2

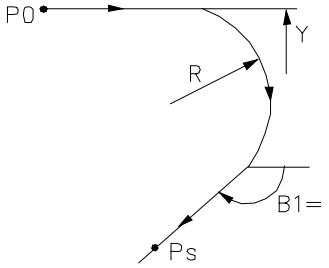
Der Satz N2 bleibt unverändert.

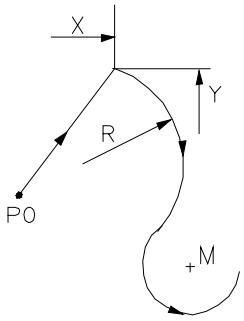
13.1.7 Schnittpunkt Gerade-Kreis als Endpunkt programmiert

Manchmal ist der Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, dass dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Der Endpunkt kann mit einer oder zwei Koordinaten programmiert werden. Wenn der Startpunkt für die Gerade nicht bekannt ist, kann der Winkel die, die Gerade mit der Hauptachse bildet, im Satz mit programmiert werden. Die folgenden Formate sind möglich:

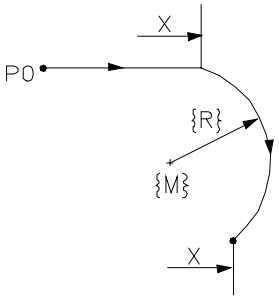
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

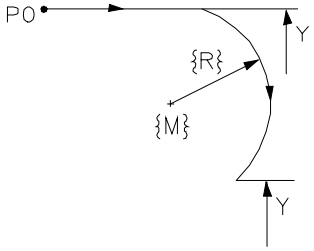


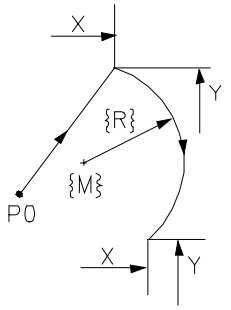




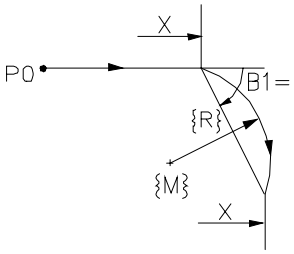
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..	
N2	G2/G3	R..	R1=0			

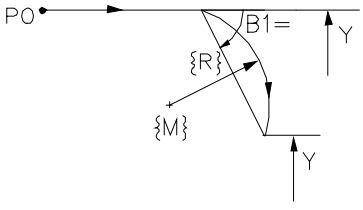


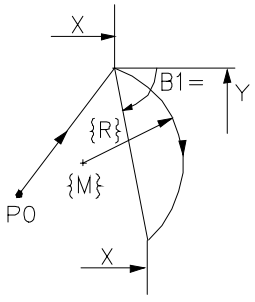




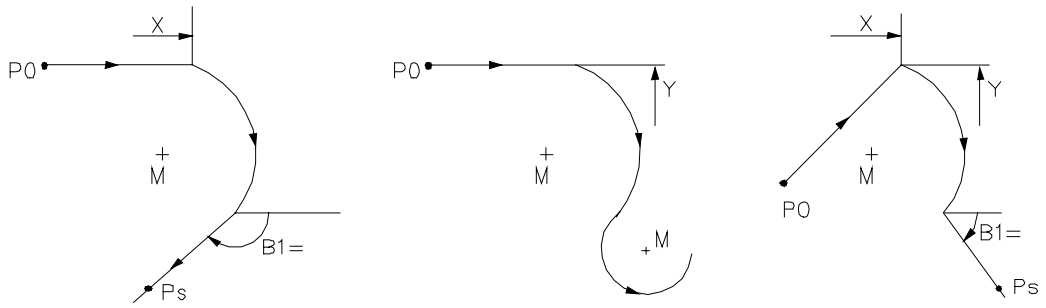
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..	
N2	G2/G3	R..	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
oder						
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..	
N2	G2/G3	I..	J..	X.. oder	Y.. oder	X..Y..







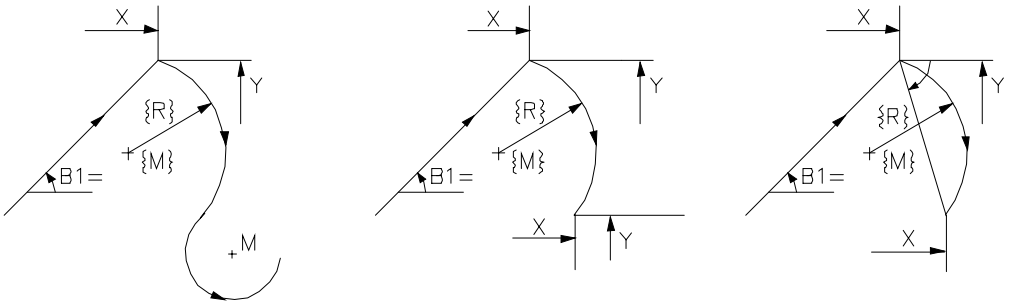
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..	
N2	G2/G3	R..	B1=..	X.. oder	Y..	
oder						
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..	
N2	G2/G3	I..	J..	B1=..	X.. oder	Y..



N1	G1		X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
N2	G2/G3	I..	J..	{R1=0}	{J1=1/2}	

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel die, die Gerade mit der Hauptachse bildet, im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



N1	G1	B1=..	X..	
oder				
N1	G1	B1=..	Y..	
oder				
N1	G1	B1=..	X..	Y..

Der Satz N2 bleibt unverändert.

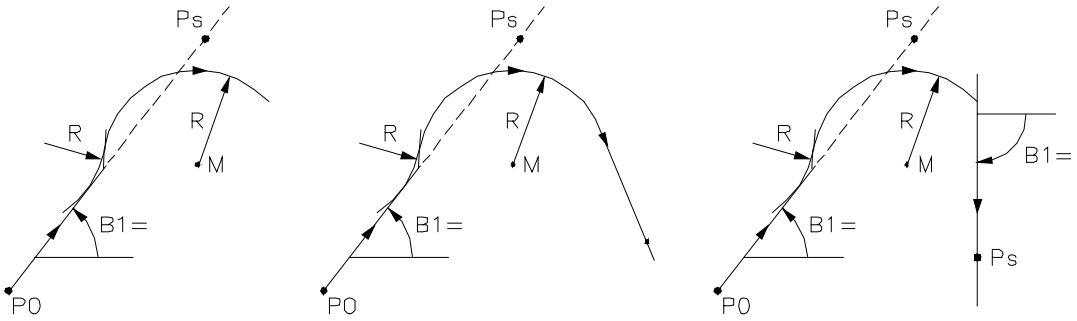
13.1.8 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Drehrichtungen auf der Rundung und auf dem programmierten Kreis entgegengesetzt sind.

Errechneter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

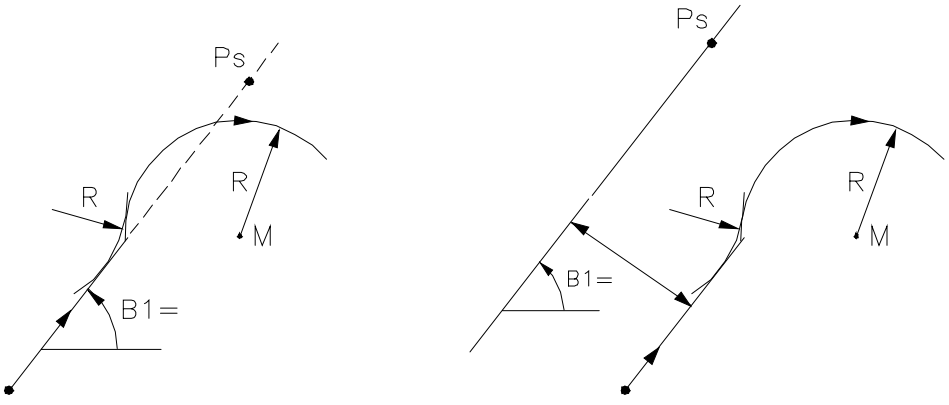


N1	G1	B1=..	J1=1/2		
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	usw.			
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	usw.			

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Errechnen des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

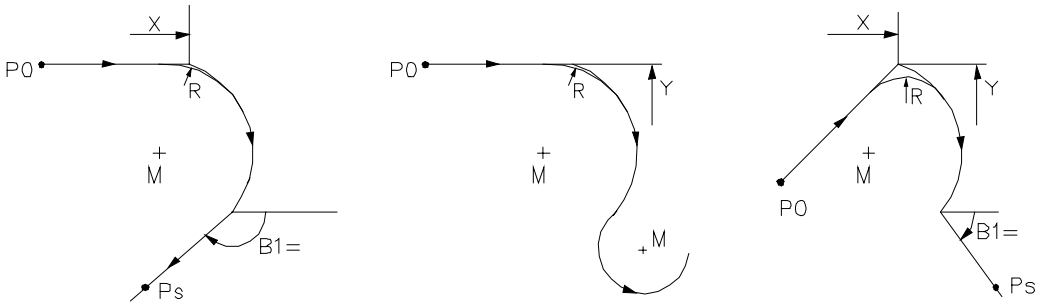


N1	G1		B1=..	X..	Y.	I1=0 oder	I=..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..						
N3	G2/G3	usw.						

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Programmierter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G1		X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
N2	G3/G2	R..				
N3	G2/G3	usw.				

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Programmieren des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Winkel der die Gerade mit der Hauptachse bildet, im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

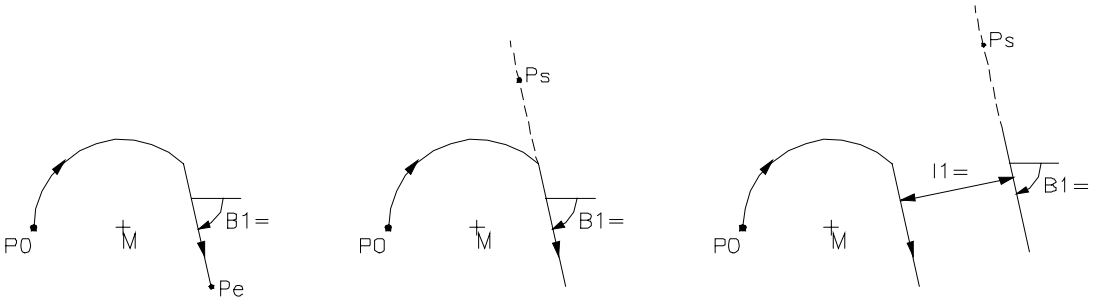
N1	G1		B1=..	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
N2	G3/G2	R..					
N3	G2/G3	usw.					

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

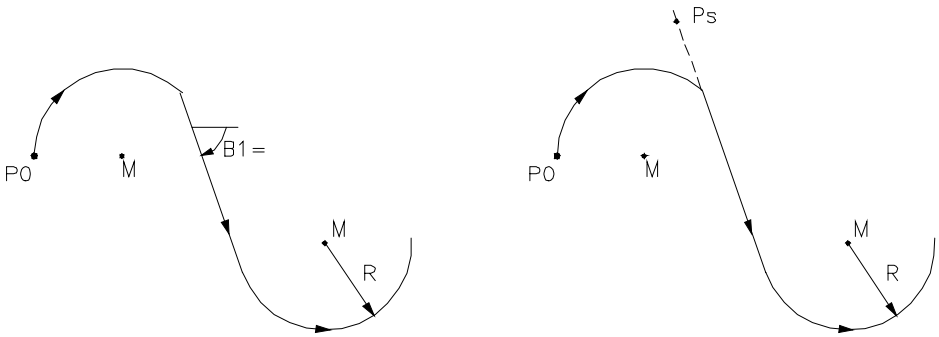
13.1.9 Schnittpunkt Kreis-Gerade

Errechnen des Schnittpunktes eines Kreises und einer Geraden.

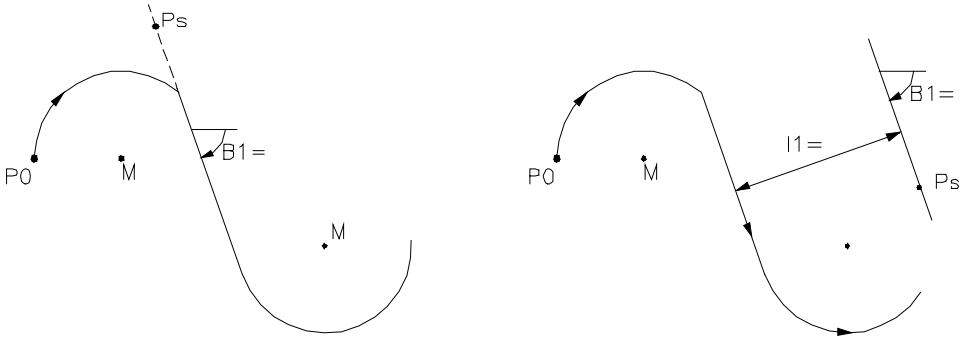
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



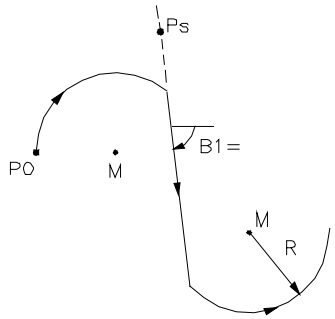
N1	G2/G3	I..		J..	J1=1/2
N2	G1	B1=..	X..	Y..	
oder					
N1	G2/G3	I..		J..	J1=1/2
N2	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=..

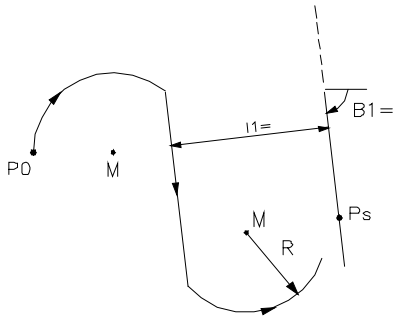


N1	G2/G3	I..		J..	J1=1/2
N2	G1	B1=..	R1=0		
oder					
N1	G2/G3	I..		J..	J1=1/2
N2	G1	X..		Y..	I1=0 R1=0



N1	G2/G3	I..		J..	J1=1/2			
N2	G1		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=..	R1=0

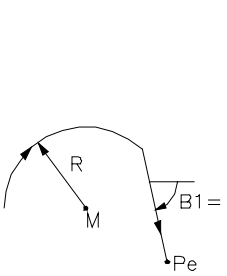


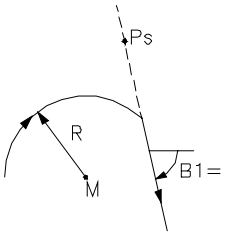


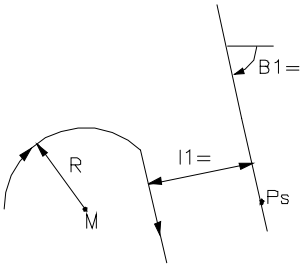
N1	G2/G3	I..		J..	J1=1/2		
N2	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=..	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:







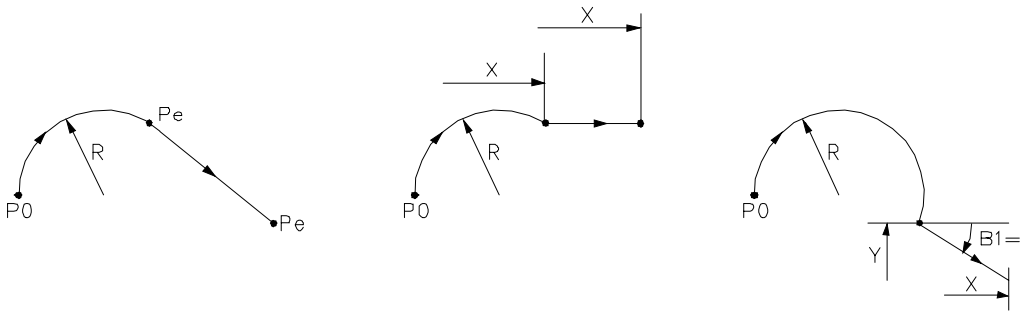
N1	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

Der Satz N2 bleibt unverändert.

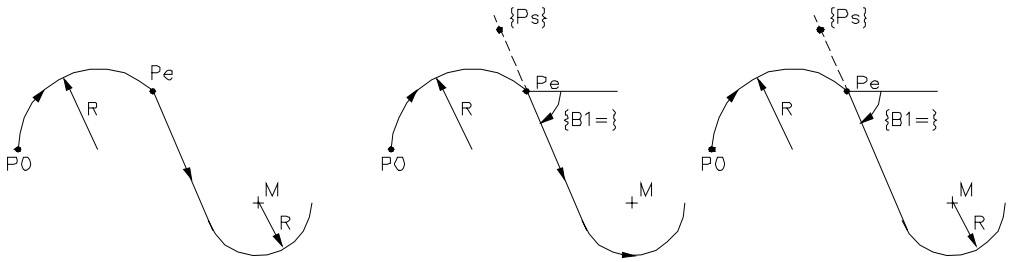
13.1.10 Schnittpunkt Kreis-Gerade als Endpunkt programmiert

Manchmal ist der Schnittpunkt eines Kreises und einer Geraden in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, dass dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Die folgenden Formate sind möglich:

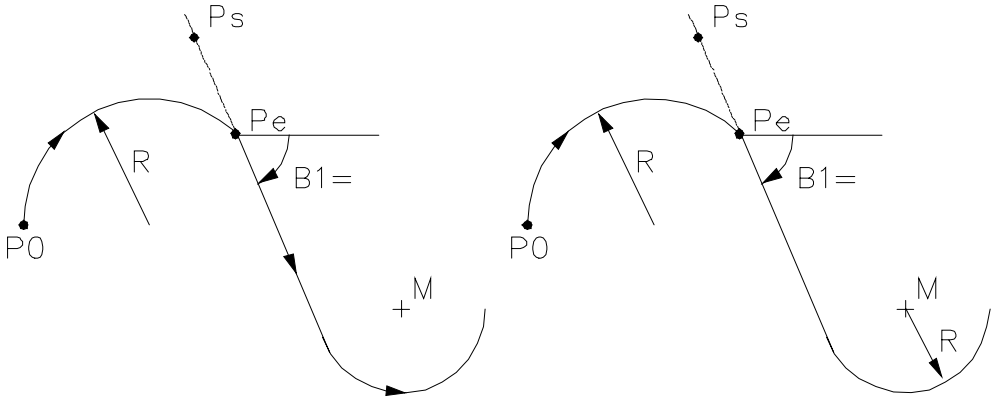
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G1		[Endpunkt]



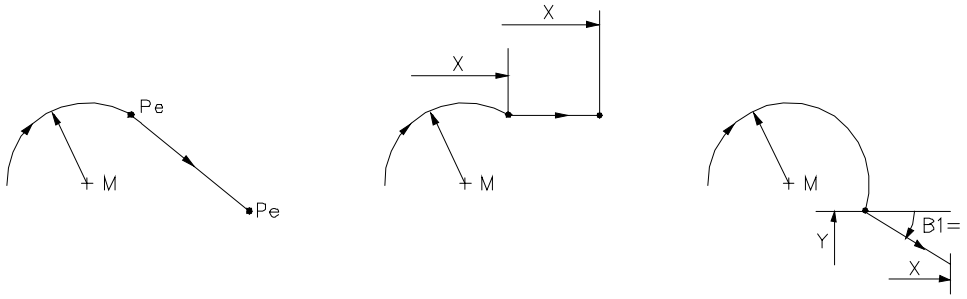
N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G1	R1=0	
oder			
N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G1	B1=..	{R1=0} {J1=1/2}
oder			
N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G1	X..	Y.. I1=0 {R1=0} {J1=1/2}



N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]				
N2	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=..	{R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radius die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



N1 G2/G3 I.. J.. [Endpunkt]

Der Satz N2 bleibt unverändert.

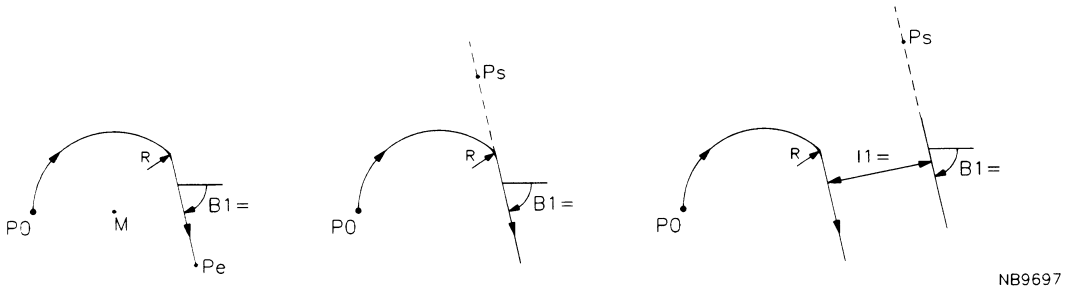
13.1.11 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt eines Kreises und einer Geraden.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Drehrichtungen auf der Rundung und auf dem programmierten Kreis entgegengesetzt sind.

Errechneter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

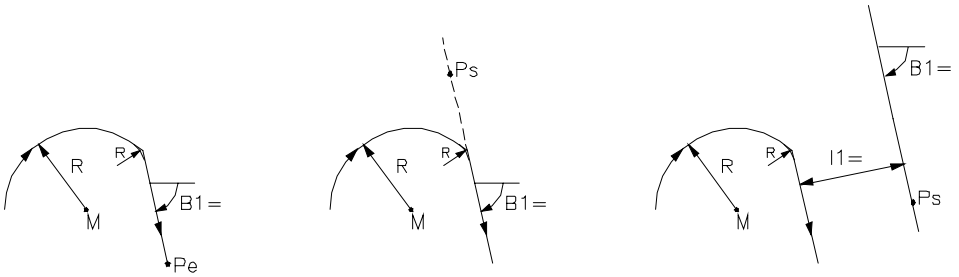


N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..		
N3	G1	usw.		

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Errechnen des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

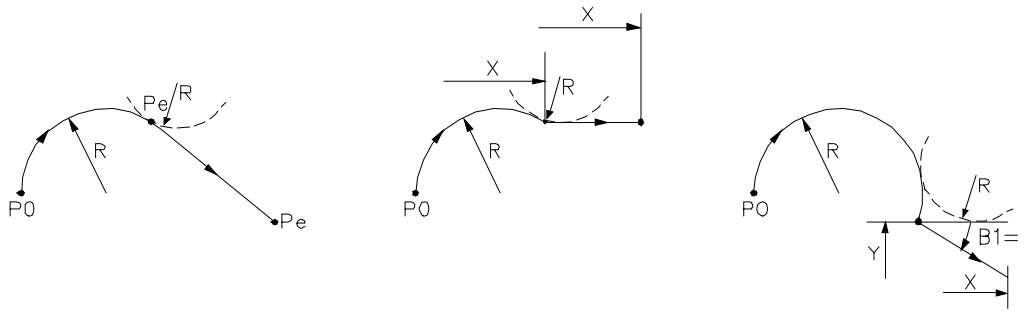


N1	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Programmierter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G3/G2	R..	
N3	G1		usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Programmieren des Schnittpunktes.

Hinweis: Eine Rundung kann nur eingefügt werden, wenn sowohl der Kreis als auch die Gerade mit dem Endpunkt programmiert sind, wie im ersten Format angegeben.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radius die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

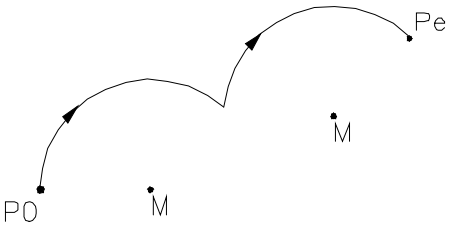
N1	G2/G3	I..	J..	[Endpunkt]
N2	G3/G2	R..		

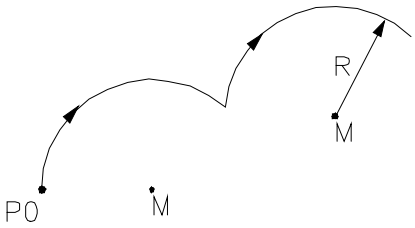
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

13.1.12 Schnittpunkt Kreis-Kreis

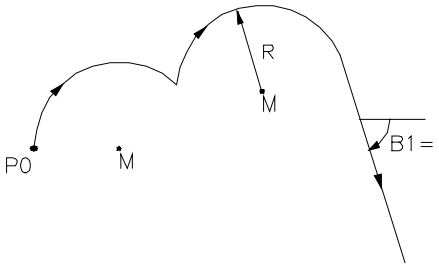
Errechnen des Schnittpunktes zweier Kreise.

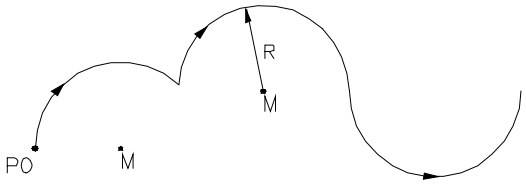
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



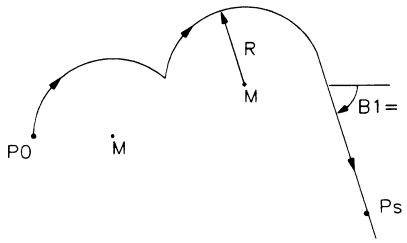


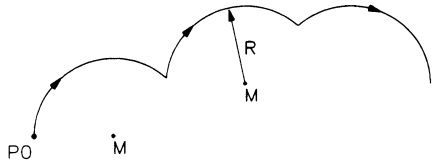
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G2/G3	I..	J..	R..	





N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0



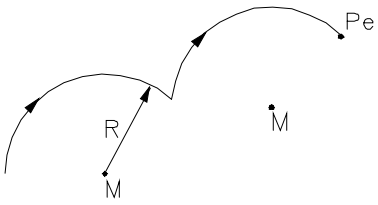


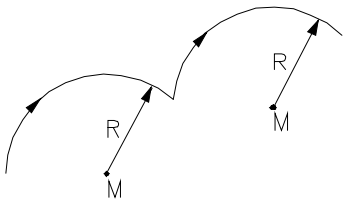
NB9701

N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:





N1 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2

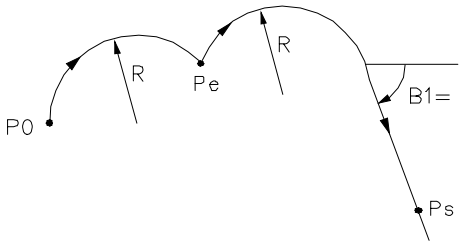
Satz N2 bleibt unverändert.

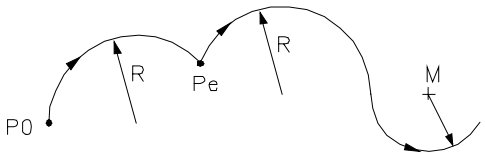
13.1.13 Schnittpunkt Kreis-Kreis als Endpunkt programmiert

Manchmal ist der Schnittpunkt zweier Kreise in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, dass dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Die folgenden Formate sind möglich:

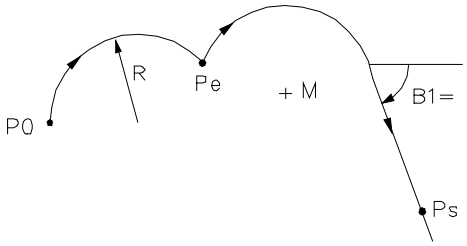
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

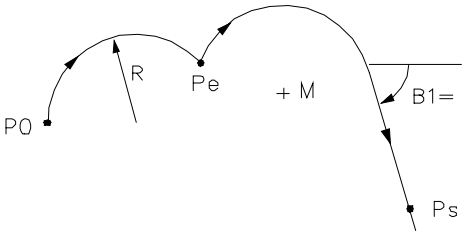
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



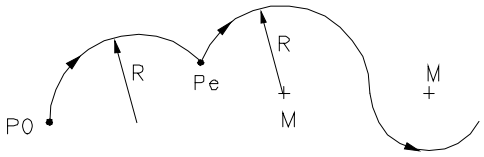


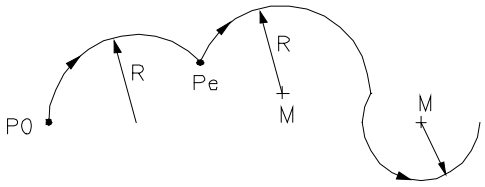
N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G2/G3	R..	R1=0



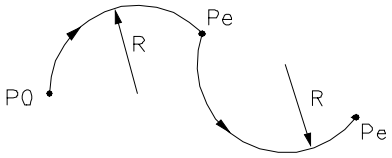


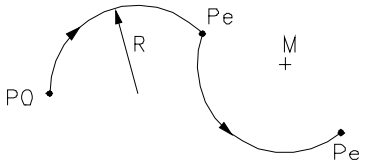
N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]	
N2	G2/G3	I..	J..	{R1=0} {J1=1/2}





N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]		
N2	G2/G3	I..	J..	R..	{R1=0} {J1=1/2}

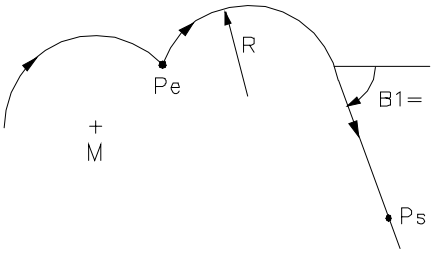


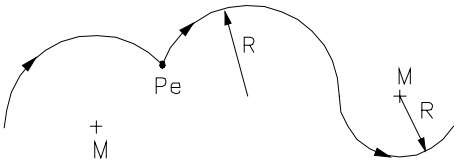


N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G2/G3	R..	[Endpunkt]
oder			
N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G2/G3	I..	J.. [Endpunkt]

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radius die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



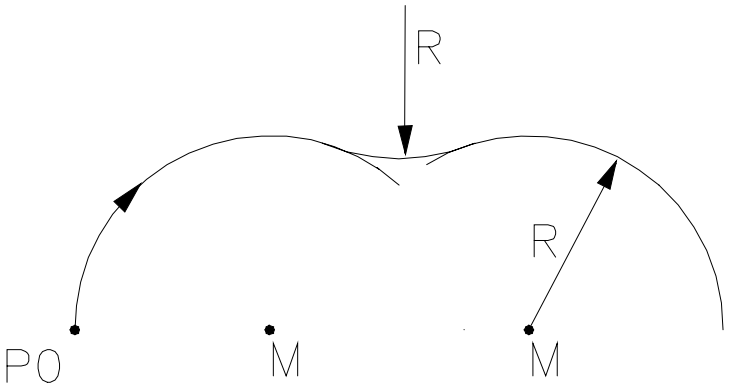


N1	G2/G3	I..	J..	[Endpunkt]

Der Satz N2 bleibt unverändert.

13.1.14 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis

Errechneter Schnittpunkt
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..		
N3	G2/G3	usw.		

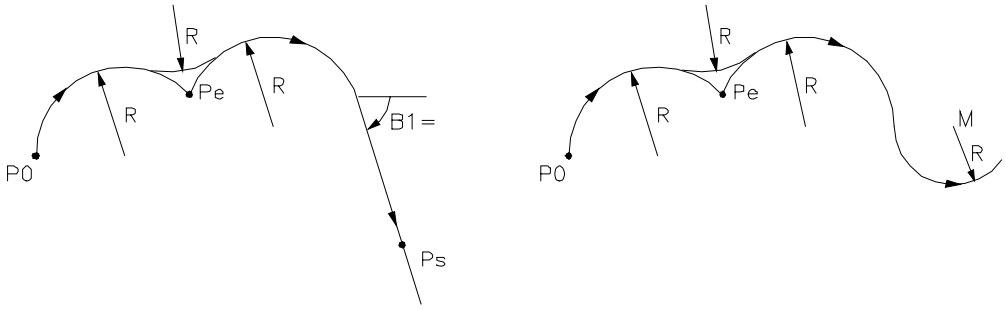
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Errechnen des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	usw.			

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit dem bekannten Startpunkt.

Programmierter Schnittpunkt
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G2/G3	R..	[Endpunkt]
N2	G3/G2	R..	
N3	G2/G3	usw.	

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Programmieren des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radius die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1	G2/G3	I..	J..	[Endpunkt]
N2	G3/G2	R..		
N3	G2/G3	usw.		

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

13.2 Tangentenpunkt

13.2.1 Tangentenpunktanzeiger (R1=)

Das Wort R1=0 dient zur Angabe, dass ein bestimmtes Geometrieelement am nächsten Element tangiert (Verbindungskreise bleiben außer Betracht), also:

- Gerade tangiert an Kreis
- Kreis tangiert an Gerade
- Kreis tangiert an Kreis

Das Wort R1=0 wird im Satz mit dem ersten Element geschrieben.

Der Tangentenpunkt wird so ausgewählt, dass die Werkzeugbahn kontinuierlich ist, d.h. das Werkzeug bewegt sich nicht rückwärts.

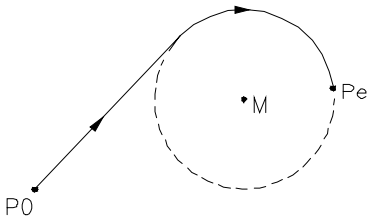
13.2.2 Tangentenpunkt Gerade-Kreis

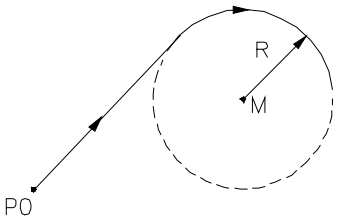
Errechnen des Tangentenpunktes einer Geraden und eines Kreises.

Wenn der Startpunkt für die Gerade bekannt ist, so ergeben sich zwei Möglichkeiten:

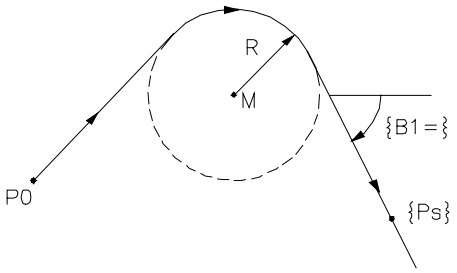
Nur der Startpunkt von N1 ist bekannt

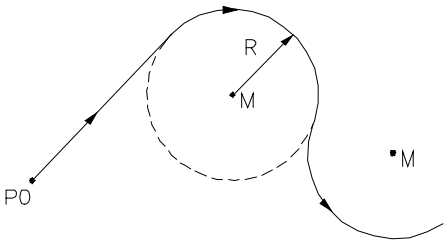
Der Kreis wird mit den Koordinaten seines Mittelpunktes und dem Radius oder dem Endpunkt definiert. Für die Gerade und den Kreis können folgende Formate verwendet werden:



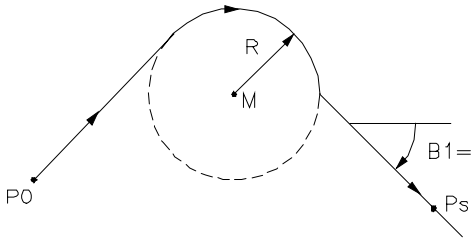


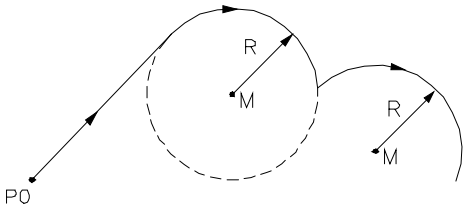
N1	G1	R1=0			
N2	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G1	R1=0			
N2	G2/G3	I..	J..	R..	





N1	G1	R1=0			
N2	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0

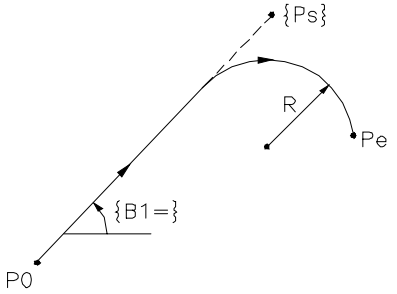


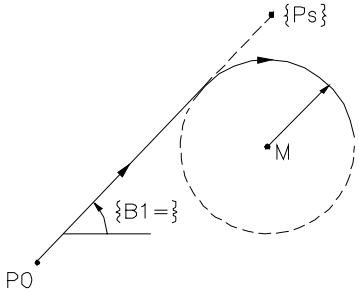


N1	G1	R1=0			
N2	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

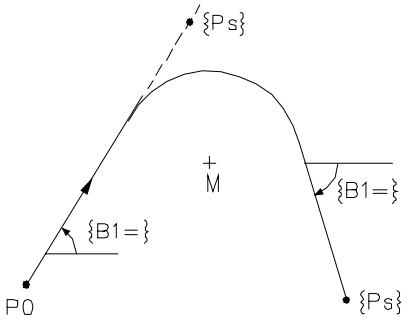
Der Startpunkt von N1 und der Winkel mit der Achse oder ein Hilfspunkt auf der Geraden sind bekannt

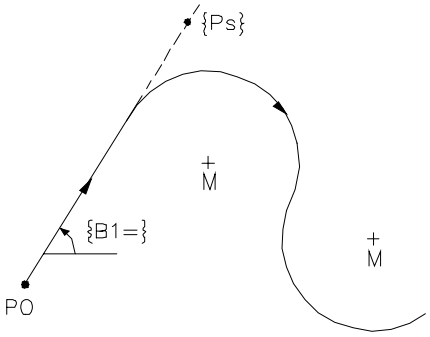
Vom Kreis in Satz N2 müssen entweder der Radius oder die Mittelpunktkoordinaten durch die Steuerung errechnet werden. In diesem Fall sind folgende Formate vorgesehen:



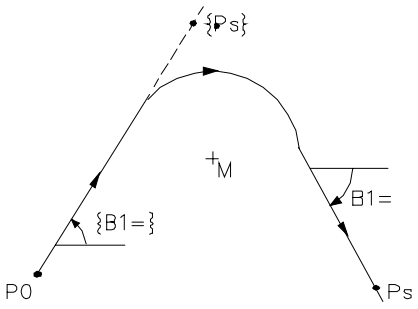


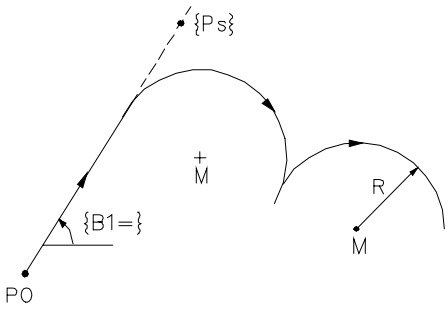
N1	G1	R1=0	B1=...		
N2	G2/G3	R..	X..	Y..	
oder					
N1	G1	R1=0	B1=...		
N2	G2/G3	I..	J..		
oder					
N1	G1	R1=0	X..	Y..	I1=0
N2	G2/G3	R..	X..	Y..	
oder					
N1	G1	R1=0	X..	Y..	I1=0
N2	G2/G3	I..	J..		





N1	G1	R1=0	B1=...		
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0	
oder					
N1	G1	R1=0	X..	Y..	I1=0
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0	

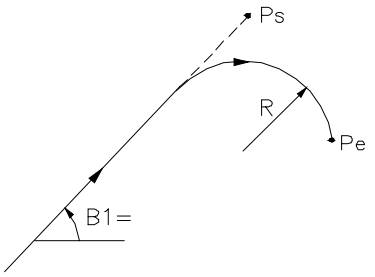


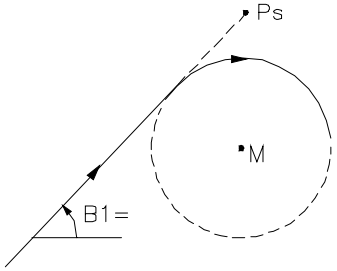


N1	G1	R1=0	B1=...		
N2	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
oder					
N1	G1	R1=0	X..	Y..	I1=0
N2	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	

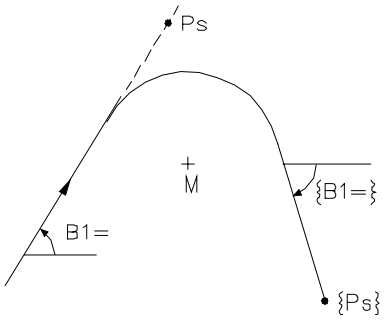
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

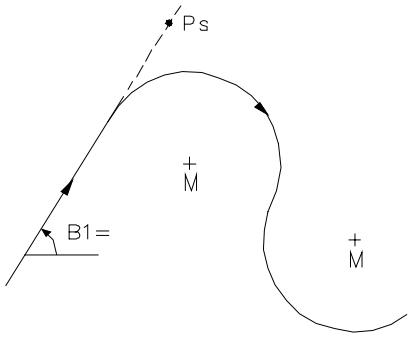
Wenn der Startpunkt für die Gerade nicht bekannt ist, muss der Winkel mit der Hauptachse und ein Hilfspunkt auf der Geraden programmiert werden. Für Satz N2 werden die Formate des zweiten Falls verwendet, also:



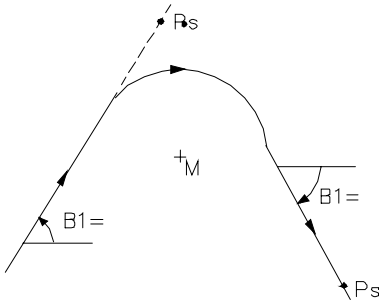


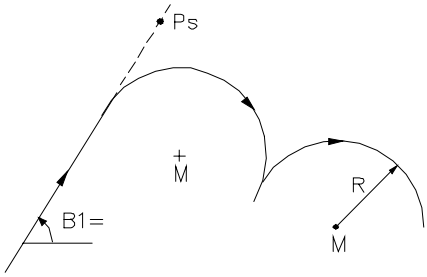
N1	G1		R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=..
N2	G2/G3	R..	X..	Y..					
oder									
N1	G1		R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=..
N2	G2/G3	I..	J..						





N1	G1		R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=..
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0					

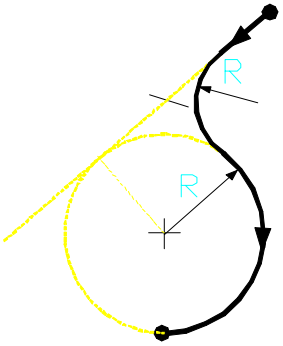


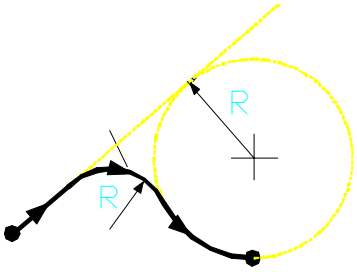


N1	G1		R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=..
N2	G2/G3		I..	J..	J1=1/2				

13.2.3 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis

Einfügen eines Verbindungskreises am Tangentenpunkt einer Geraden und eines Kreises. Es ist nur ein Verbindungskreis möglich. Die Drehrichtungen auf dem Verbindungskreis und auf dem tangierenden Kreis sind entgegengesetzt.





Der Startpunkt von N1 ist bekannt

```
N1      G1      R1=0    {B1=..}
N2      G2/G3   R..
N3      G3/G2   usw.
oder
N1      G1      R1=0    {X..    Y..     I1=0}
N2      G2/G3   R..
N3      G3/G2   usw.
```

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

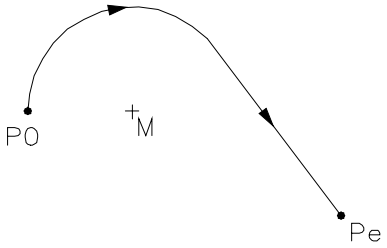
```
N1      G1              R1=0    B1=..   X..     Y..     I1=0  oder      I1=..
N2      G2/G3   R..
N3      G3/G2   usw.
```

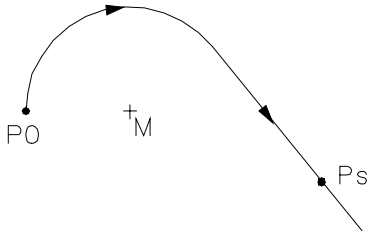
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit nicht bekanntem Startpunkt.

13.2.4 Tangentenpunkt Kreis-Gerade

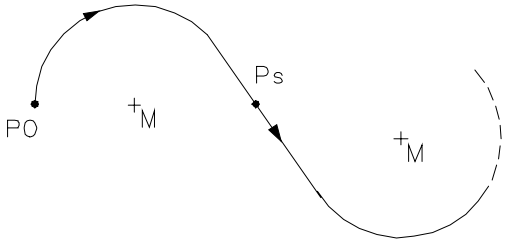
Errechnen des Tangentenpunkts eines Kreises und einer Geraden.

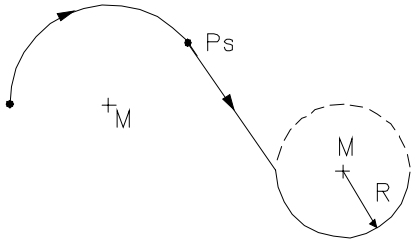
Der Startpunkt von N1 und der Endpunkt oder ein Hilfspunkt auf der Geraden sind bekannt





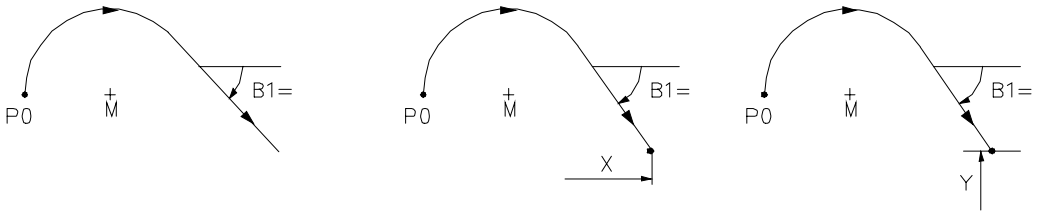
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0	
N2	G1		X..	Y..	
oder					
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0	
N2	G1		X..	Y..	I1=0



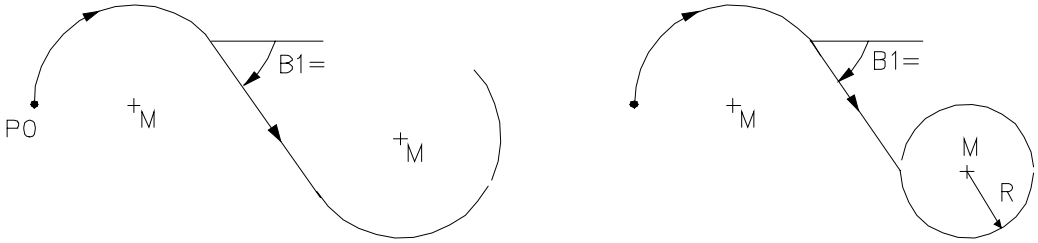


N1	G2/G3	I..	J..	R1=0	
N2	G1	X..	Y..	I1=0	R1=0
oder					
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0	
N2	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 und der Winkel die die Gerade mit der Achse bildet, sind bekannt

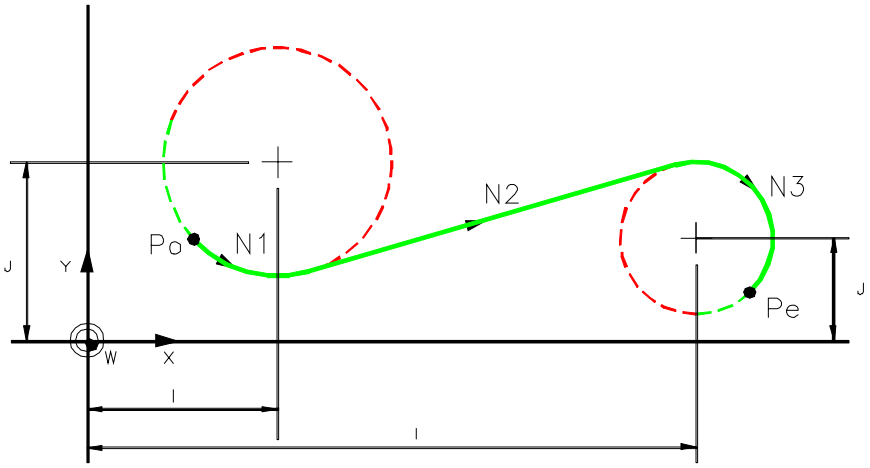


N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G1	B1=..		
oder				
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G1	B1=..	X..	
oder				
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G1	B1=..	Y..	



N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G1	B1=..	R1=0	
oder				
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G1	B1=..	J1=1/2	

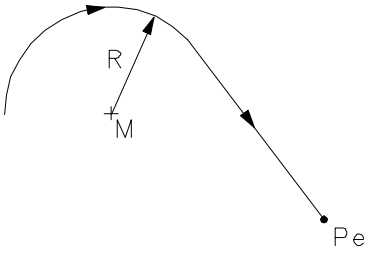
Gemeinsame Tangente an zwei Kreisen

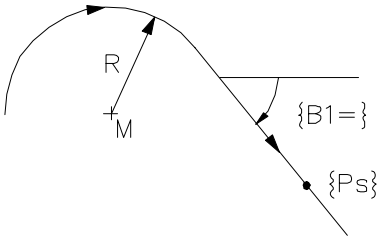


N1	G2/G3	I..	J..	R1=0	
N2	G1	R1=0			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	
oder					
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0	
N2	G1	R1=0			
N3	G2/G3	I..	J..	X..	Y..

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



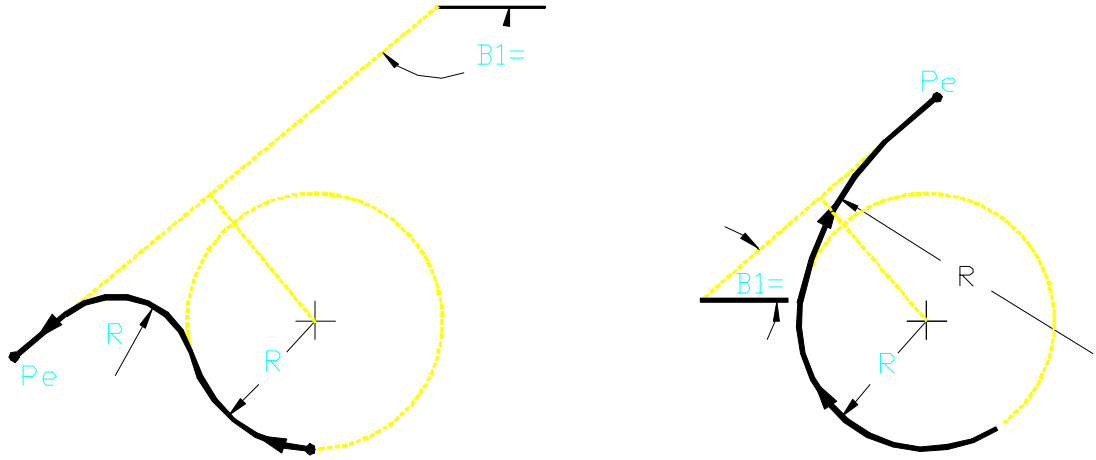


N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.2.5 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Kreis-Gerade

Einfügen eines Verbindungskreises am Tangentenpunkt eines Kreises und einer Geraden. Es ist nur ein Verbindungskreis möglich. Die Drehrichtungen auf dem Verbindungskreises und auf dem tangierenden Kreis sind entgegengesetzt.



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G3/G2	R..		
N3	G1	usw.		

Die Formate von Satz N3 sind wie in den vorherigen Abschnitten mit bekanntem Startpunkt.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

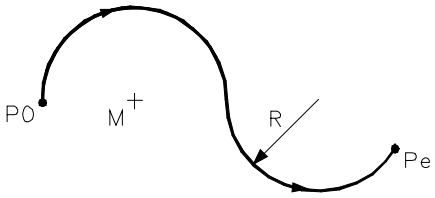
N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0
N2	G3/G2	R..			
N3	G1	usw.			

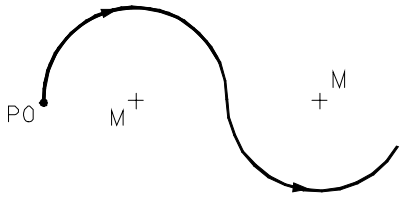
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit nicht bekanntem Startpunkt.

13.2.6 Tangentenpunkt Kreis-Kreis

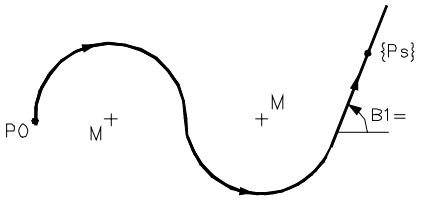
Errechnen des Tangentenpunktes zweier Kreise.

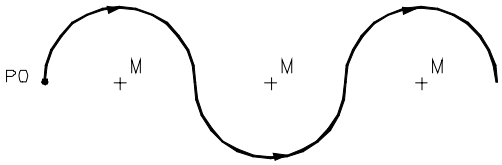
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



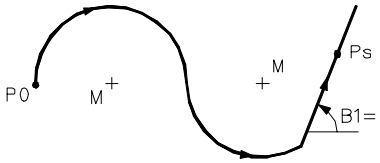


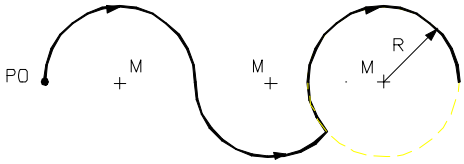
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G2/G3	R..	X..	Y..
oder				
N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G2/G3	I..	J..	





N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0

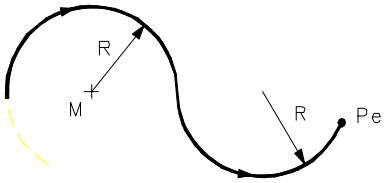


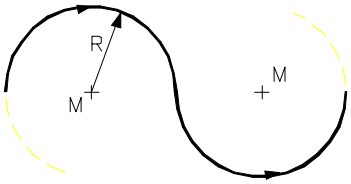


N1	G2/G3	I..	J..	R1=0
N2	G2/G3	I..	J..	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt nicht bekannt ist, muss der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:





N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.2.7 Kontinuierlicher Verbindungskreis am Tangentenpunkt Kreis-Kreis

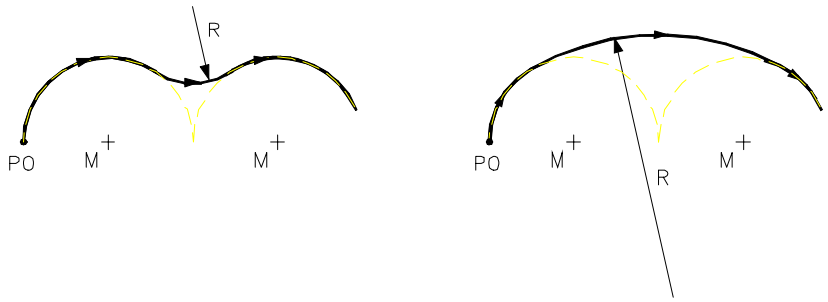
Einfügen eines Verbindungskreises am Tangentenpunkt zweier miteinander tangierender Kreise. Der Verbindungskreis kann außen an den beiden Kreisen oder außen um die beiden Kreise liegen. Die Drehrichtung auf den drei Kreisen wird folgendermaßen programmiert:

1. Verbindungskreis tangiert außen an den beiden Kreisen
   G2, G3, G2 oder G3, G2, G3

2. Verbindungskreis liegt außen um die beiden Kreisen
   G2, G2, G2 oder G3, G3, G3

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Die richtige Kombination der Drehrichtungen auf den drei Kreisen muss der Programmierer bestimmen.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt




```
N1      G2/G3  I..     J..     R1=0
N2      G3/G2  R..
N3      G2/G3  usw.
```

Die Formate von Satz N3 sind wie in den vorherigen Abschnitten mit bekanntem Schnittpunkt.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

```
N1      G2/G3  I..     J..     R..     R1=0
```

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.3 Kontinuierlicher Verbindungskreis zwischen Elementen die sich nicht schneiden/tangieren

13.3.1 Gerade und Kreis

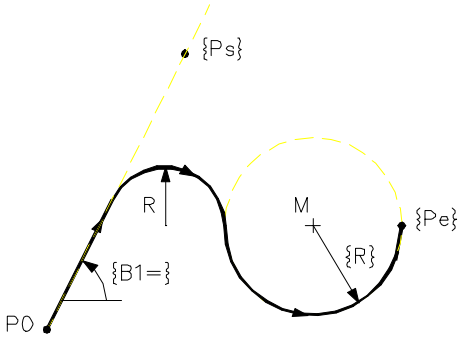
Einfügen eines Verbindungskreises zwischen einer Geraden und einem Kreis die sich nicht schneiden/tangieren. Es sind zwei Verbindungskreise möglich:

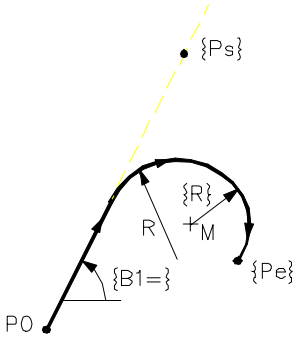
1. Verbindungskreis tangiert außen am Kreis
   G1, G2, G3 oder G1, G3, G2

2. Verbindungskreis liegt außen um den Kreis
   G1, G2, G2 oder G1, G3, G3

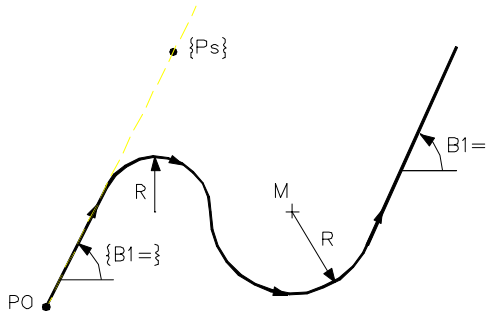
Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Die richtige Kombination der Drehrichtungen auf den Kreisen muss der Programmierer bestimmen.

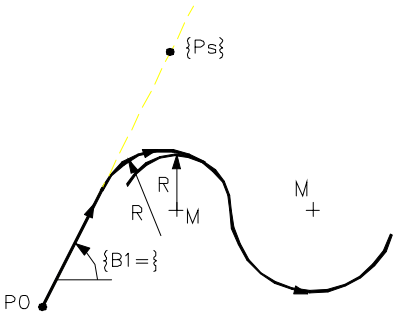
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



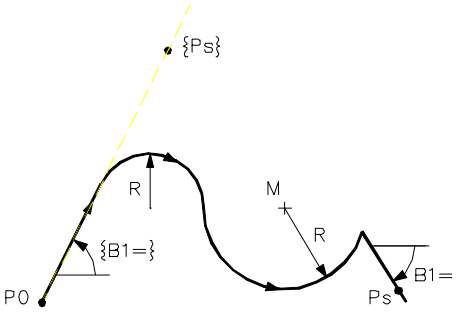


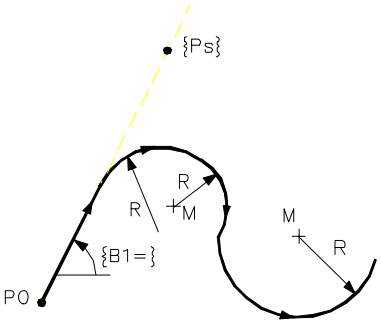
N1	G1	B1=..			
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G1	B1=..			
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	





N1	G1	B1=..			
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0





N1	G1	B1=..			
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G1	B1=...	X..	Y.	I1=0 oder	I1=..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.3.2 Kreis und Gerade

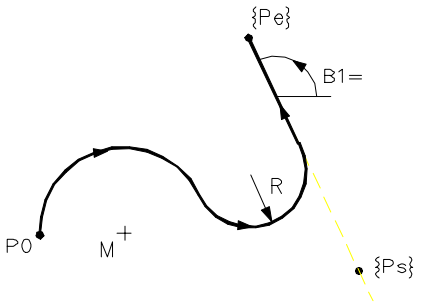
Einfügen eines Verbindungskreises zwischen einem Kreis und einer Geraden die sich nicht schneiden/tangieren. Es sind zwei Verbindungskreise möglich:

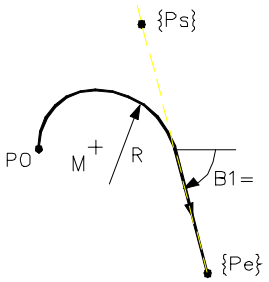
1. Verbindungskreis tangiert außen am Kreis
   G2, G3, G1 oder G3, G2, G1

2. Verbindungskreis liegt außen um den Kreis
   G2, G2, G1 oder G3, G3, G1

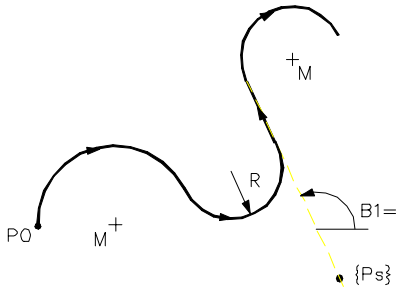
Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Die richtige Kombination der Drehrichtungen auf den Kreisen muss der Programmierer bestimmen.

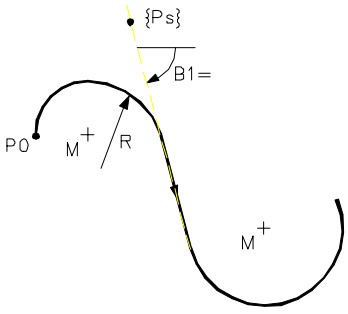
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



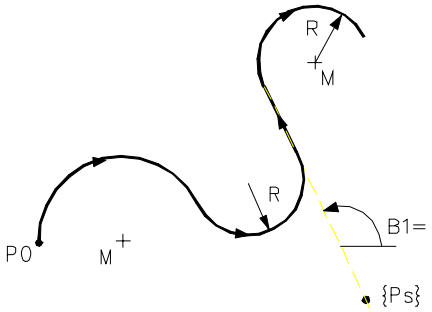


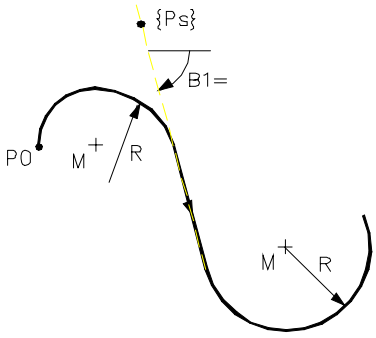
N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0





N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 R1=0





N1	G2/G3	I..	J..			
N2	G3/G2	R..				
N3	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.3.3 Zwei Kreise nebeneinander

Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei nebeneinander liegenden Kreisen
Die sich nicht schneiden/tangieren. Die Drehrichtung auf den drei Kreisen gibt den Typ des Verbindungskreises an.

1. Verbindungskreis tangiert außen an den beiden Kreisen
   G2, G3, G2 oder G3, G2, G3

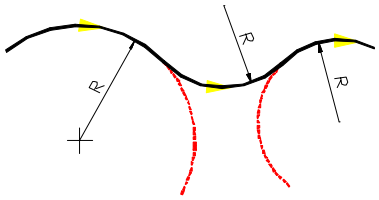
2. Verbindungskreis liegt außen um die beiden Kreisen
   G2, G2, G2 oder G3, G3, G3

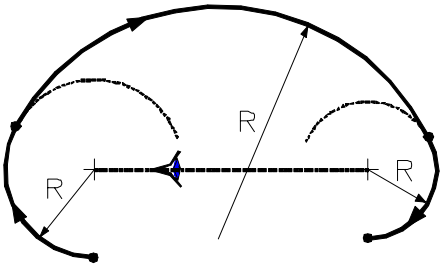
3. Verbindungskreis tangiert außen am ersten Kreis und liegt außen um den zweiten Kreis
   G2, G3, G3 oder G3, G2, G2

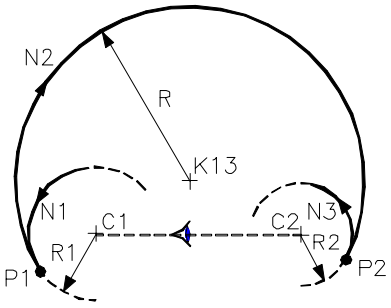
4. Verbindungskreis liegt außen um den ersten Kreis und tangiert außen am zweiten Kreis
   G2, G2, G3 oder G3, G3, G2

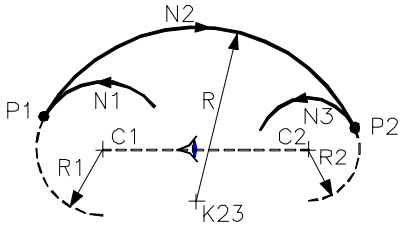
Für sämtliche Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Jede Kombination der Drehrichtungen auf den drei Kreisen ist möglich.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt









N1	G2/G3	I..	J..		
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	X..	Y..
oder					
N1	G2/G3	I..	J..		
N2	G3/G2	R..			
N3	G2/G3	I..	J..	R..	{R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.3.4 Ein Kreis innerhalb eines anderen

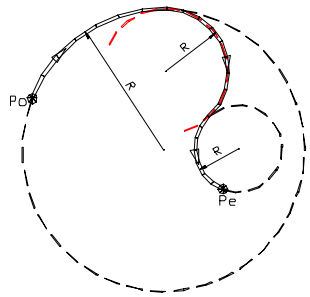
Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt und die sich nicht schneiden/tangieren. Die Drehrichtung auf den drei Kreisen gibt den Typ des Verbindungskreises an.

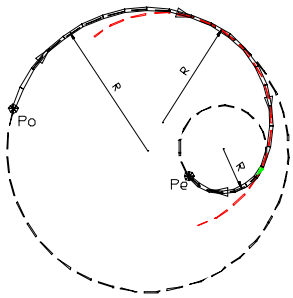
1. Verbindungskreis tangiert außen am Innenkreis
   G2, G2, G3 oder G3, G3, G2

2. Verbindungskreis liegt um den Innenkreis
   G2, G2, G2 oder G3, G3, G3

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt





N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 R..
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R.. {R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

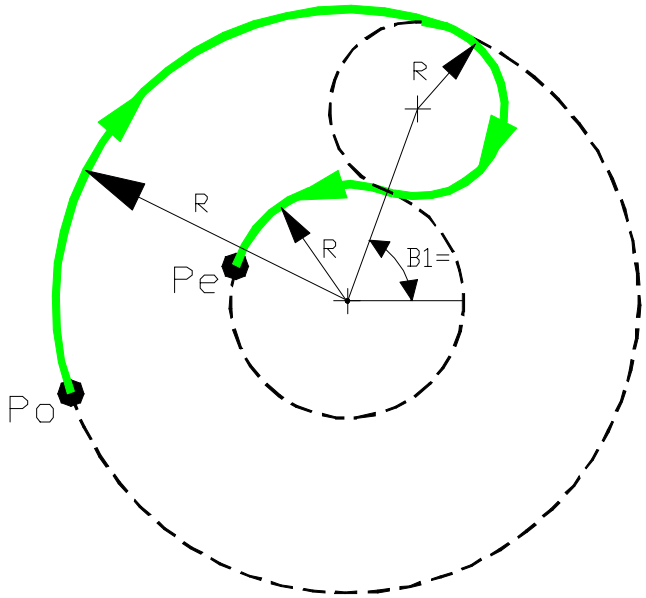
13.3.5 Konzentrische Kreise

Zwei konzentrische Kreise sind ein Sonderfall von EINEM KREIS INNERHALB EINES ANDEREN. Hier fallen die Mittelpunkte beider Kreise zusammen, so dass eine zusätzliche Information programmiert werden muss, damit die Steuerung den Verbindungskreis errechnen kann.

Mit dem Wort B1=.. wird der Winkel angegeben, der die Gerade durch den Kreismittelpunkt der konzentrischen Kreise und des Verbindungskreises mit der Hauptachse bildet. Diese zusätzliche Information wird in den Satz mit dem Verbindungskreis eingebunden.

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen:

Der Startpunkt von N1 und der Radius des Verbindungskreises sind bekannt.




```
N1      G2/G3  I..     J..
N2      G2/G3  R..     B1=..
N3      G2/G3  I..     J..          {R1=0}  {J1=1/2}
```

Der Startpunkt von N1 und der Radius des zweiten Kreises sind bekannt

In diesem Fall wird der Radius des Verbindungskreises durch die Steuerung berechnet.

```
N1      G2/G3  I..     J..
N2      G2/G3  B1=..
N3      G2/G3  I..     J..     X..     Y..
oder
N1      G2/G3  I..     J..
N2      G2/G3  B1=..
N3      G2/G3  I..     J..     R..     {R1=0}  {J1=1/2}
```

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

```
N1      G2/G3  I..            J..     R..
```

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.4 G64 Geometrieberechnungen bei diskontinuierlichen Bewegungen

Inhalt dieses Abschnitts

4.1 Rundung oder Verbindungskreisanzeiger (K1=)
4.2 Rundung mit Schnittpunkten
4.3 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade
4.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis
4.5 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade
4.6 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis
4.7 Tangierende Geraden (R1=)
4.8 Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis oder umgekehrt
4.9 Verbindungskreis zwischen einer Geraden und einem Kreis die sich nicht scheiden/tangieren
4.10 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen die nebeneinander liegen
4.11 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt
4.12 Verbindungskreis bei zwei konzentrischen Kreisen

13.4.1 Rundung oder Verbindungskreisanzeiger (K1=)

Mit einem speziellen Anzeiger (K1=) wird angegeben, welche Rundung bzw. welcher Verbindungskreis verwendet wird.

Für eine Rundung kann K1= den Zahlenwert 1, 2, 3 oder 4 aufweisen. Für die Bedeutung dieser Zahlenwerte siehe RUNDUNG MIT SCHNITTPUNKTEN. Wenn bei einer Rundung ein falscher Zahlenwert programmiert wird, so erfolgt eine Fehlermeldung.

Für einen Verbindungskreis besteht der Anzeiger K1= aus einer zweistelligen Zahl:

- die erste Stelle kann eine 1 oder 2 sein:
  - =1 der linke Verbindungskreis
  - =2 der rechte Verbindungskreis

- die zweite Stelle gibt den Verbindungskreis an:
  - =0 bei einer Geraden die an einem Kreis tangiert, oder umgekehrt
  - =0 oder 1 bei einer Geraden die einen Kreis nicht schneidet oder tangiert, oder umgekehrt
  - =2 bis 7 bei Kreiselementen

Für die Bedeutung von "links" und "rechts" und der zweiten Stelle sei auf die betreffenden Abschnitte über das Programmieren eines Verbindungskreises verwiesen.

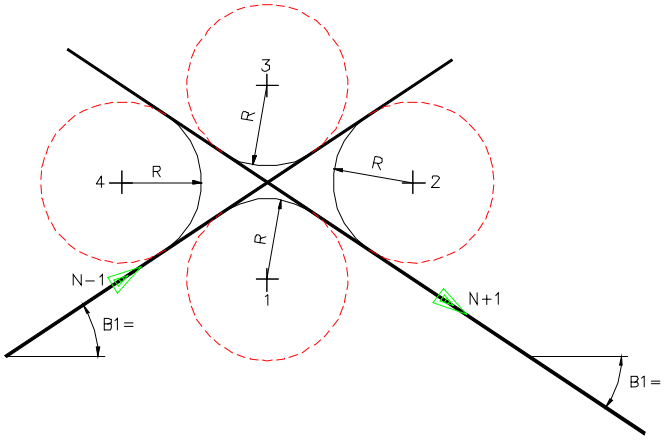
13.4.2 Rundung bei Schnittpunkten

Zwischen zwei sich schneidenden Elementen kann eine Rundung eingefügt werden. Im allgemeinen sind vier Kreise möglich, die von 1 bis 4 nummeriert und mit dem Wort K1= programmiert werden. Die Mittelpunkte der mit 1 und 2 nummerierten Kreise liegen rechts vom ersten Geometrieelement, bei Blick in Richtung der Werkzeugbewegung.
Bei K1=2 oder K1=3 schneidet die Kontur sich selbst.

Hinweis: Wenn das Wort K1= nicht programmiert ist, so wird die Standardvorgabe K1=1 oder K1=4 verwendet, je nach der Bewegungsrichtung auf dem zweiten Element.

13.4.3 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Gerade

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt zweier Geraden. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G1	B1=..	
N2	G2/G3	R..	K1=1/2/3/4
N3	G1	usw.	

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

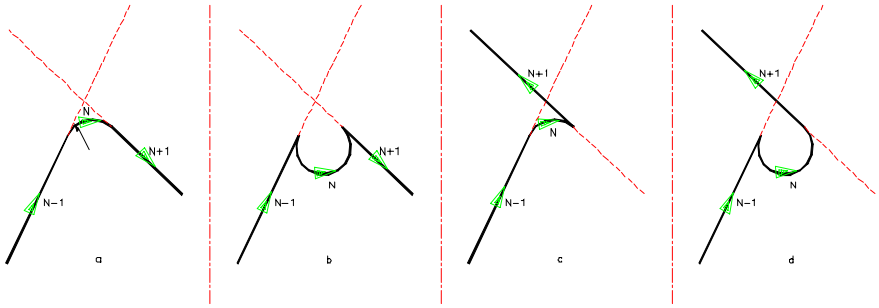
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, so müssen im Satz N1 der Winkel und ein Hilfspunkt programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

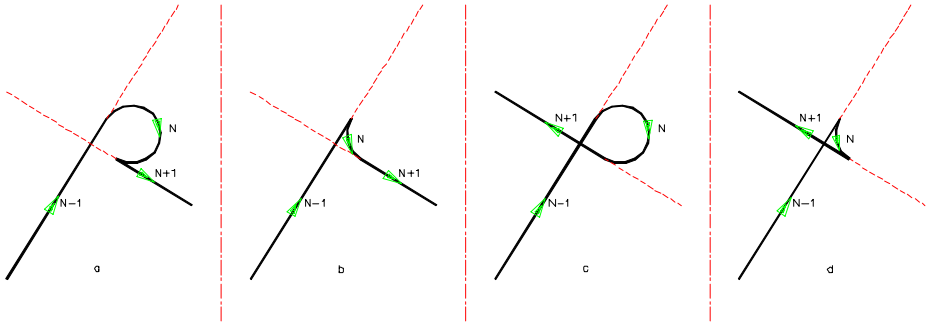
N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=..
N2	G2/G3	R..	K1=1/2/3/4		
N3	G1	usw.			

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

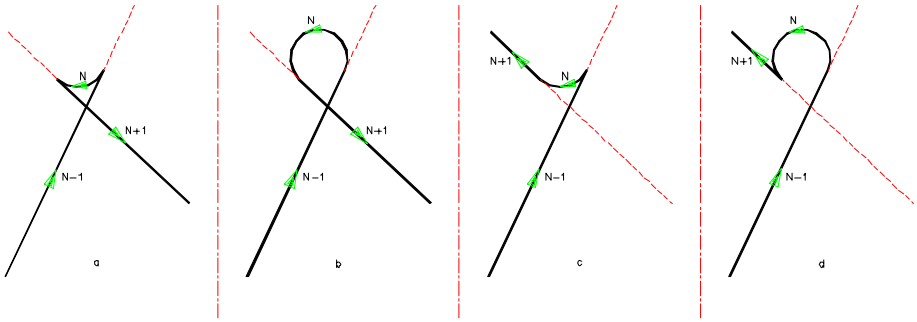
Die nachfolgenden Bilder zeigen die möglichen Kreisverbindungen zwischen zwei Geraden.



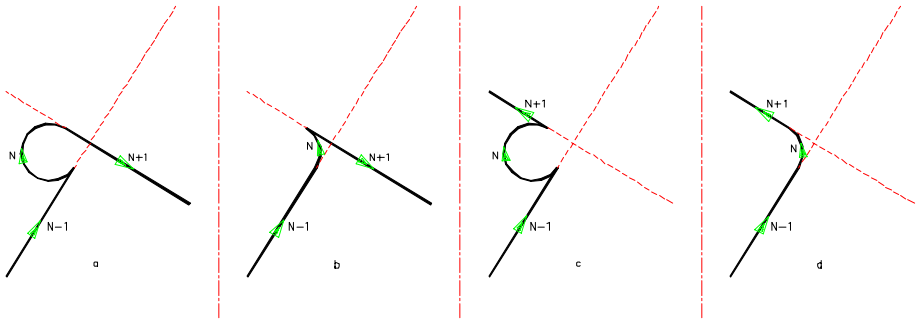
Eine Kreisverbindung bei K1=1



Eine Kreisverbindung bei K1=2



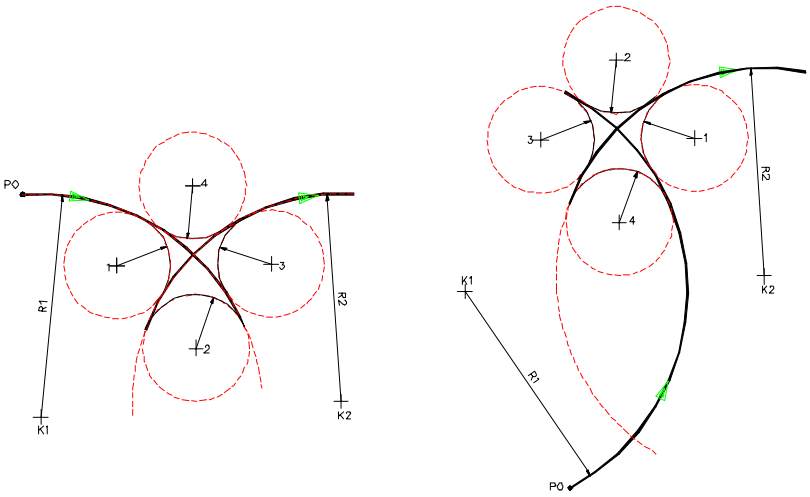
Eine Kreisverbindung bei K1=3



Eine Kreisverbindung bei K1=4

13.4.4 Rundung am Schnittpunkt Gerade-Kreis

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G1		B1=..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..		K1=1/2/3/4
N3	G2/G3	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

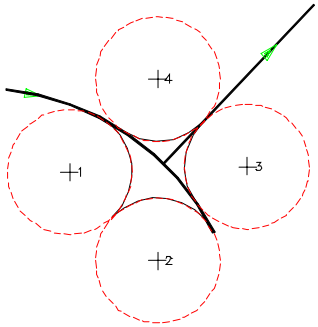
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, so müssen im Satz N1 der Winkel und ein Hilfspunkt programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

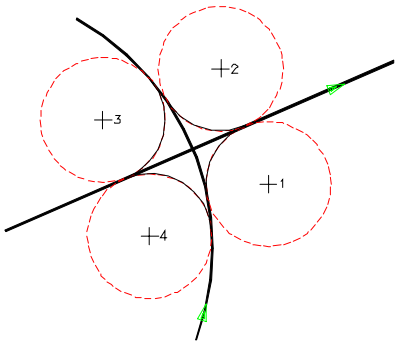
N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..	K1=1/2/3/4			
N3	G2/G3	usw.				

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

13.4.5 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Gerade

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt eines Kreises und einer Geraden. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.





Der Startpunkt von N1 ist bekannt

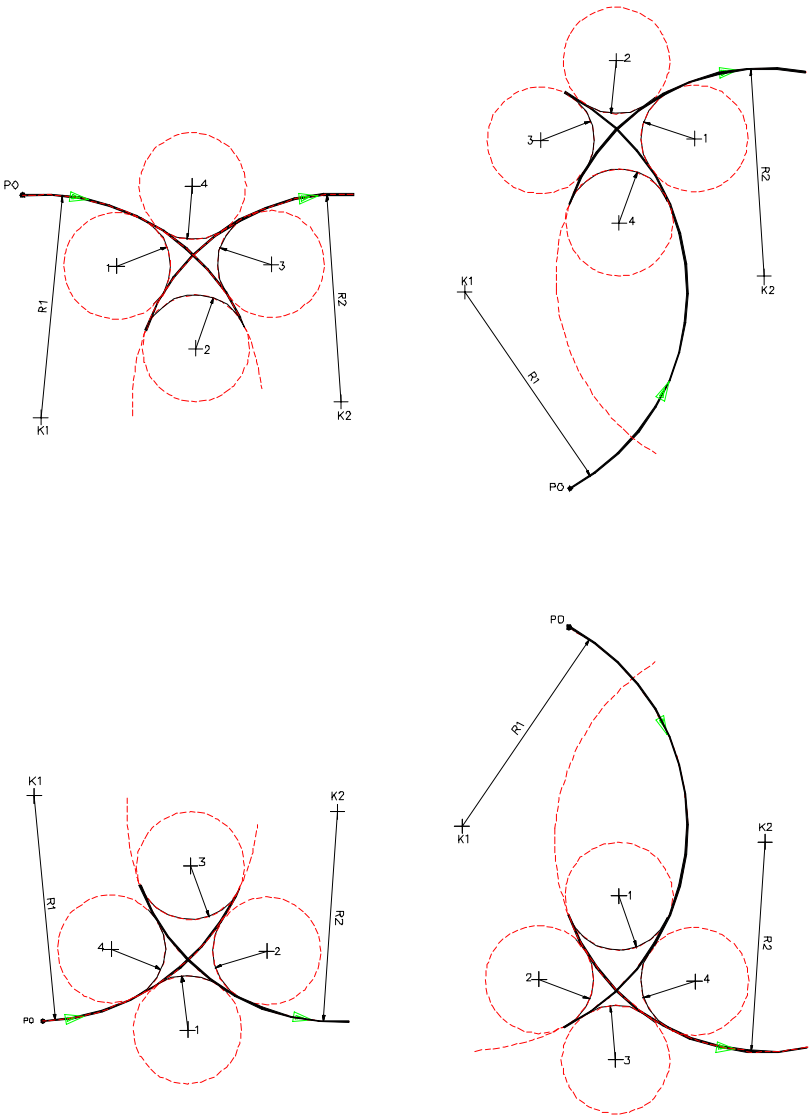
```
N1      G2/G3  I..      J..              J1=1/2
N2      G3/G2  R..      K1=1/2/3/4
N3      G1     usw.
```

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

```
N1      G2/G3  I..      J..      R..     J1=1/2
N2      G3/G2  R..      K1=1/2/3/4
N3      G1     usw.
```

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

13.4.6 Rundung am Schnittpunkt Kreis-Kreis



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..	K1=1/2/3/4	
N3	G2/G3	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

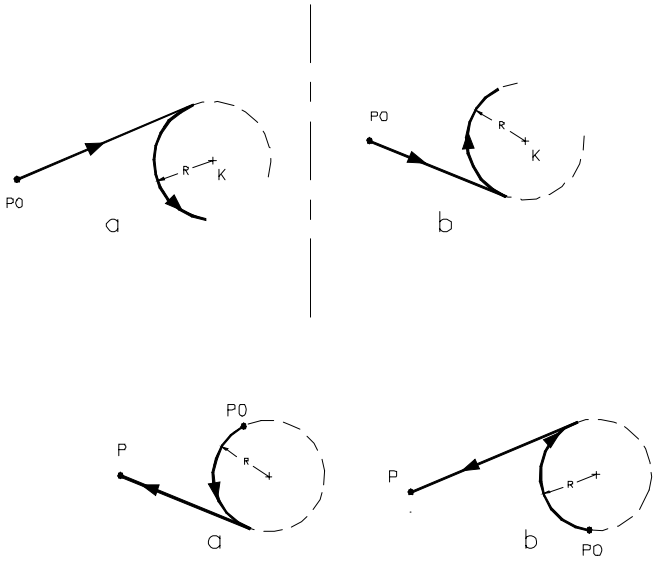
N1	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2
N2	G3/G2	R..	K1=1/2/3/4		
N3	G2/G3	usw.			

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

13.4.7 Tangierende Geraden (R1=)

Von einem Punkt aus können zwei Geraden gezogen werden, die an einen Kreis tangieren. Mit dem Wort R1= im Satz mit dem tangierenden Element wird angegeben, welche tangierende Gerade verwendet wird.

a. R1=1 : die linke tangierende Gerade
b. R1=2 : die rechte tangierende Gerade



Maßgebend für die Festlegung links und rechts ist:

- für eine Bewegung von der Geraden zum Kreis die Blickrichtung vom Startpunkt zum Mittelpunkt
- für eine Bewegung vom Kreis zur Geraden die Blickrichtung vom Mittelpunkt zum Endpunkt

R1=1 und R1=2 werden in der gleichen Weise programmiert wie R1=0 im entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen.

Hinweis: Bei R1=0 wird automatisch durch die CNC bestimmt, welche tangierende Gerade die kontinuierliche Bewegung beibehält, so dass das Werkzeug nicht in Rückwärtsrichtung fährt.

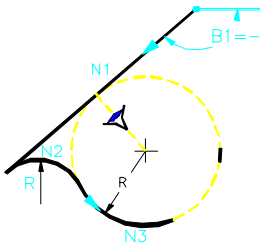
13.4.8 Verbindungskreis am Tangentenpunkt Gerade-Kreis oder umgekehrt

Wenn eine Gerade an einen Kreis tangiert, so sind zwei Verbindungskreise möglich, und zwar ein Kreis links von der Geraden durch den Kreismittelpunkt und senkrecht zur Geraden, der andere rechts von der Geraden.

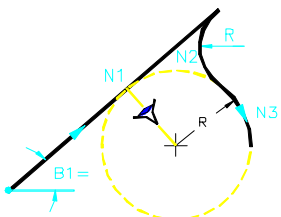
Der linke Kreis wird mit dem Anzeiger K1=10 programmiert, der rechte mit K1=20.

Die Formate sind folgende:

Gerade tangiert an Kreis



K1=10



K1=20

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

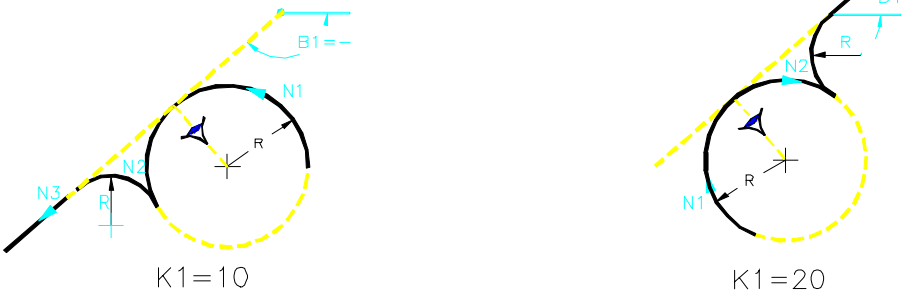
N1	G1		R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20
N3	G2/G3	usw.	

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G1		B1=.. R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20
N3	G2/G3	usw.	

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

Kreis tangiert an Gerade



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20	
N3	G1	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20		
N3	G1	usw.			

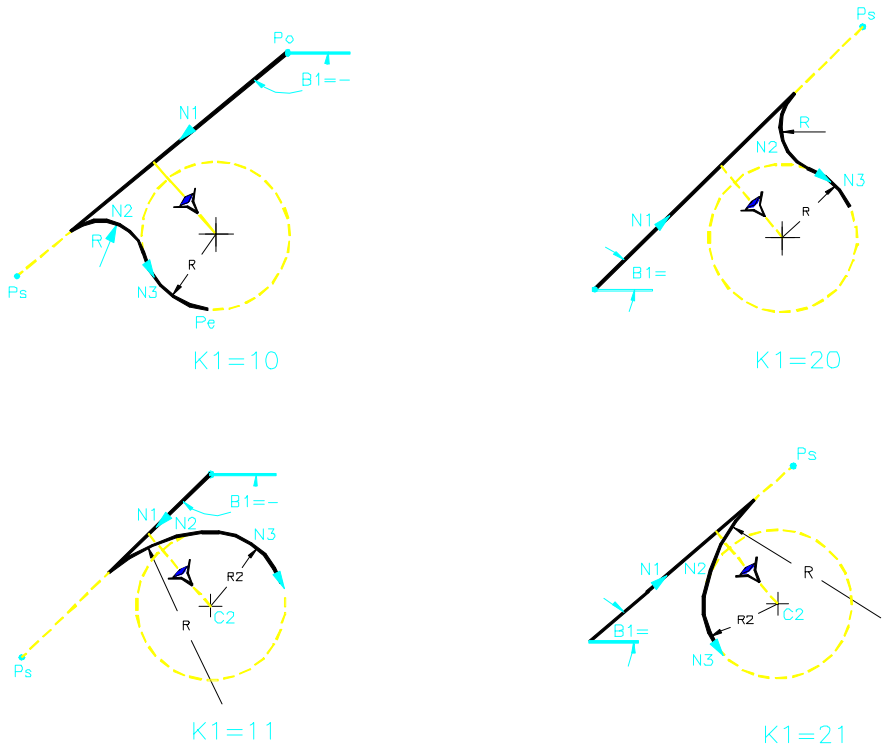
Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

13.4.9 Verbindungskreis zwischen einer Geraden und einem Kreis die sich nicht schneiden/tangieren

Wenn eine Gerade einen Kreis nicht schneidet/tangiert, so sind zwei Verbindungskreise möglich links von der Geraden durch den Mittelpunkt und senkrecht zur Geraden. Ähnliche Verbindungskreise lassen sich rechts von der Geraden anordnen.
Ein Kreis berührt den Kreis an der Außenseite. Der linke Kreis wird mit K1=10 programmiert, der gleiche Kreis rechts mit K1=20.
Der zweite Verbindungskreis liegt um den Kreis. In diesem Fall wird der linke Kreis mit K1=11 und der gleiche Kreis rechts mit K1=21 programmiert.

Die Formate sind folgende:

Gerade und Kreis



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

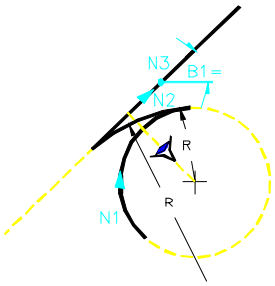
N1	G1		B1=..	{X.. Y.. I1=0}
N2	G2/G3	R..		K1=10/11 oder K1=20/21
N3	G2/G3	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

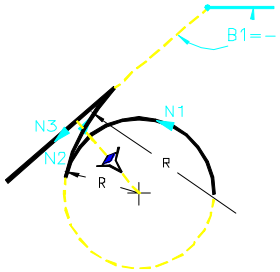
N1	G1		B1=..	X.. Y.. I1=0
N2	G2/G3	R..		K1=10/11 oder K1=20/21
N3	G2/G3	usw.		

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

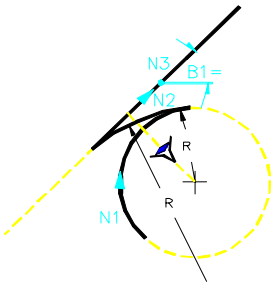
Kreis und Gerade



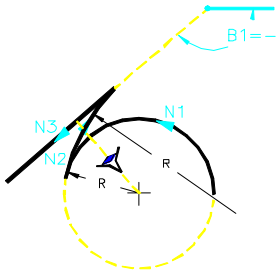
K1=11



K1=21



K1=11



K1=21

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/11 oder K1=20/21	
N3	G1	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

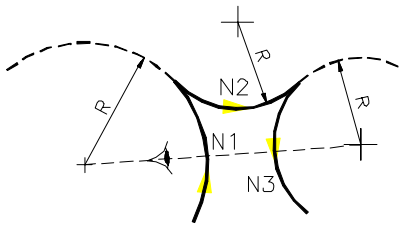
N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/11 oder K1=20/21		
N3	G1	usw.			

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

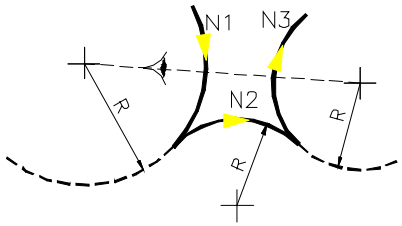
13.4.10 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen die nebeneinander liegen

Bei zwei Kreisen die sich nicht schneiden/tangieren und nebeneinander liegen, lassen sich links von der Geraden durch die Mittelpunkte vier Verbindungskreise anordnen. Die ersten zwei sind auch möglich bei tangierenden Kreisen. Ähnliche Verbindungskreise lassen sich rechts von der Geraden durch die Mittelpunkte anordnen.

Das Wort K1=.. für einen Verbindungskreis außen an den beiden Kreisen lautet:



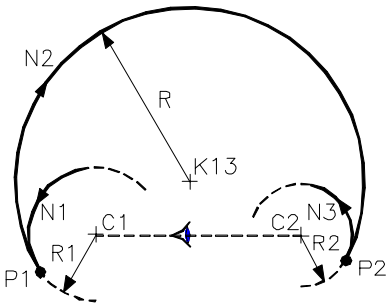
K1=12

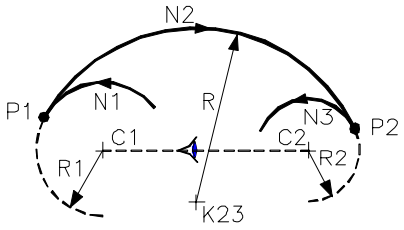


K1=22

- für den linken Verbindungskreis : K1=12
- für den rechten Verbindungskreis : K1=22

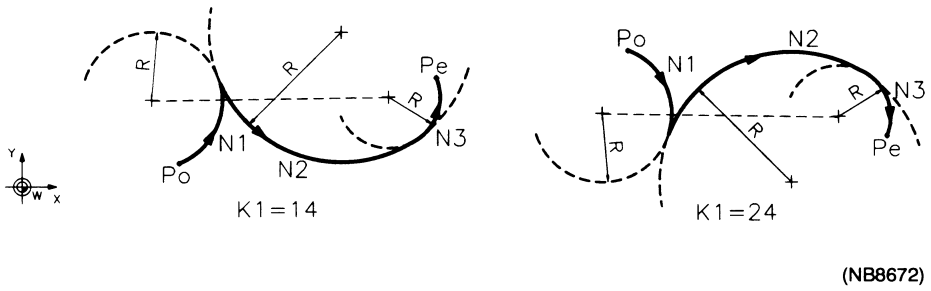
Das Wort K1=.. für einen Verbindungskreis außen um die beiden Kreise lautet:





- für den linken Verbindungskreis : K1=13
- für den rechten Verbindungskreis : K1-23

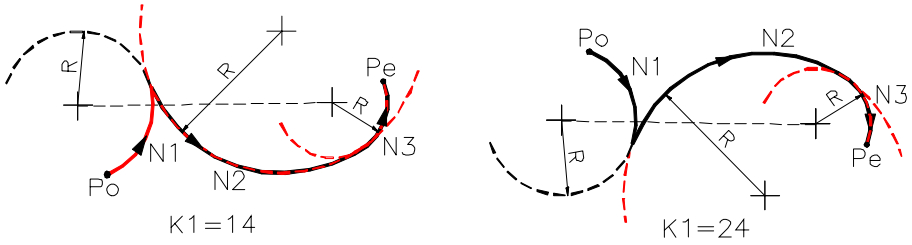
Das Wort K1= für einen Verbindungskreis außen am ersten Kreis lautet:

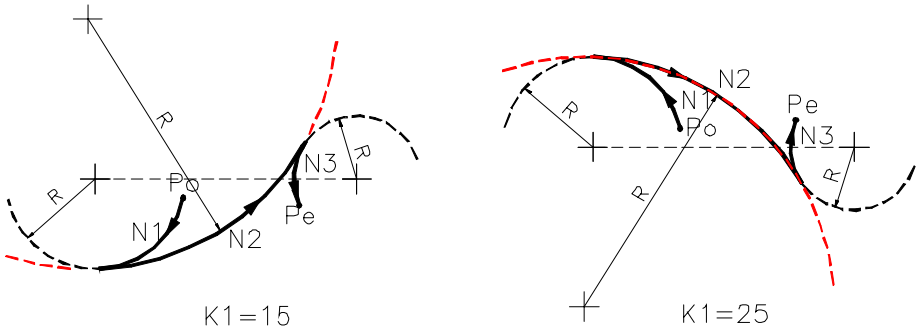


(NB8672)

- für den linken Verbindungskreis : K1=14
- für den rechten Verbindungskreis : K1=24

Das Wort K1= für einen Verbindungskreis außen um den ersten Kreis lautet:





- für den linken Verbindungskreis : K1=15
- für den rechten Verbindungskreis : K1=25

Hinweis: Die von der Steuerung verwendete Standardvorgabe für K1= hängt von der programmierten Bewegungsrichtung auf den drei Kreisen ab (G2 oder G3).

Die Formate sind folgende:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=12/13/14/15 oder K1=22/23/24/25	
N3	G2/G3	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

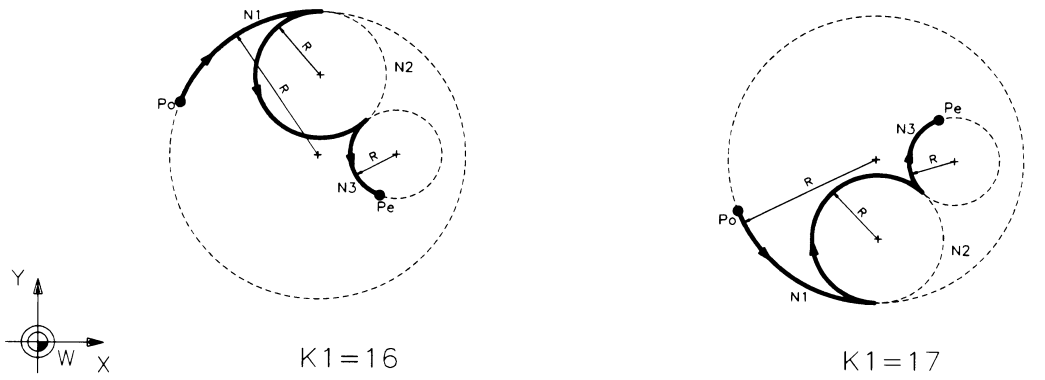
N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=12/13/14/15 oder K1=22/23/24/25		
N3	G2/G3	usw.			

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

13.4.11 Verbindungskreis zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt

Bei zwei Kreisen, von denen einer innerhalb des anderen liegt, lassen sich links von der Geraden durch die Mittelpunkte zwei Verbindungskreise anordnen. Ähnliche Verbindungskreise lassen sich rechts von der Geraden durch die Mittelpunkte anordnen.

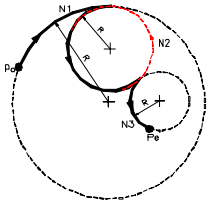
Das Wort K1=.. für einen Verbindungskreis außen am kleineren Kreis lautet:



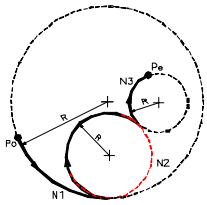
(NB8634)

- für den linken Verbindungskreis : K1=16
- für den rechten Verbindungskreis : K1=26

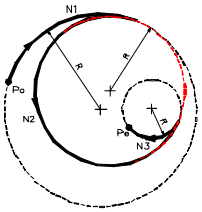
Das Wort K1= für einen Verbindungskreis außen um den kleineren Kreis lautet:

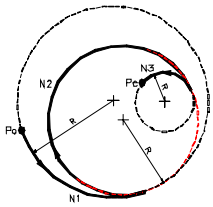


K1=16



K1=17





- für den linken Verbindungskreis : K1=17
- für den rechten Verbindungskreis : K1=27

Hinweis: Die von der Steuerung verwendete Standardvorgabe für K1= hängt von der programmierten Bewegungsrichtung auf den drei Kreisen ab (G2 oder G3).

Die Formate sind folgende:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=16/17 oder K1=26/27	
N3	G2/G3	usw.		

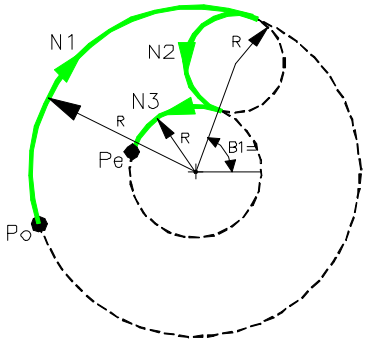
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=16/17 oder K1=26/27		
N3	G2/G3	usw.			

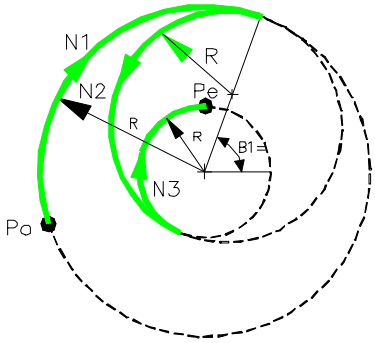
Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

13.4.12 Verbindungskreis bei zwei konzentrischen Kreisen

Wenn zwei Kreise konzentrisch sind, so entspricht die Programmierung der Programmierung eines Kreises der innerhalb des anderen liegt, allerdings mit der Ausnahme, dass der Winkel (B1=) programmiert werden muss, der die Gerade durch den gemeinsamen Mittelpunkt und den Mittelpunkt des Verbindungskreises mit der Hauptachse bildet.



K1=16



K1=17

Für beide Fälle ist das folgende Format vorgesehen:

Der Startpunkt von N1 und der Radius des Verbindungskreises sind bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	B1=..	K1=16/17
N3	G2/G3	I..	J..	

Der Startpunkt von N1 und der Radius des zweiten Kreises sind bekannt

In diesem Fall wird der Radius des Verbindungskreises durch die Steuerung berechnet.

N1	G2/G3	I..	J..		
N2	G2/G3	B1=..	K1=16/17		
N3	G2/G3	I..	J..	X..	Y..

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

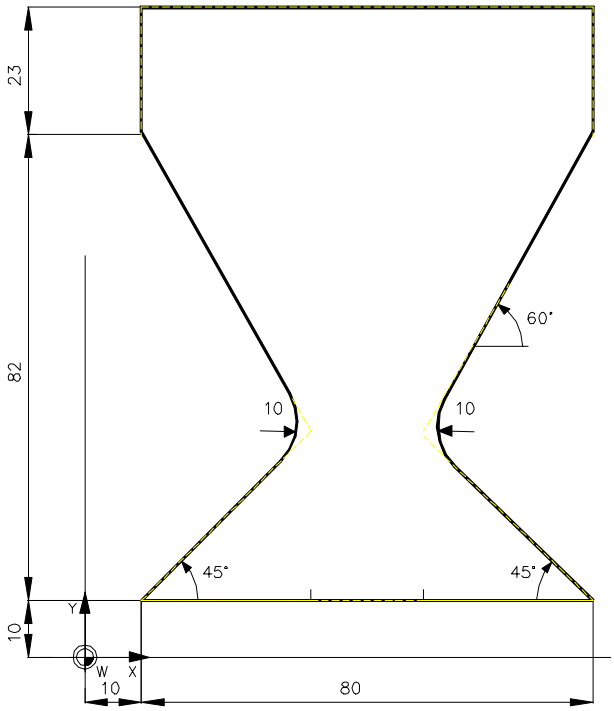
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

13.5 Beispiele

BEISPIEL 1. Schnittpunktberechnung




```
N64001
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y10
N6 G42
N7 G64
N8 X90
N9 B1=135
N10 G2 R10
N11 G1 X90 Y92 B1=60
N12 Y115
N13 X10
N14 Y92
N15 B1=-60
N16 G2 R10
N17 G1 X10 Y10 B1=45
N18 G40
N19 G63
N20 X0 Y0
N21 G0 Z100
N22 M30
```

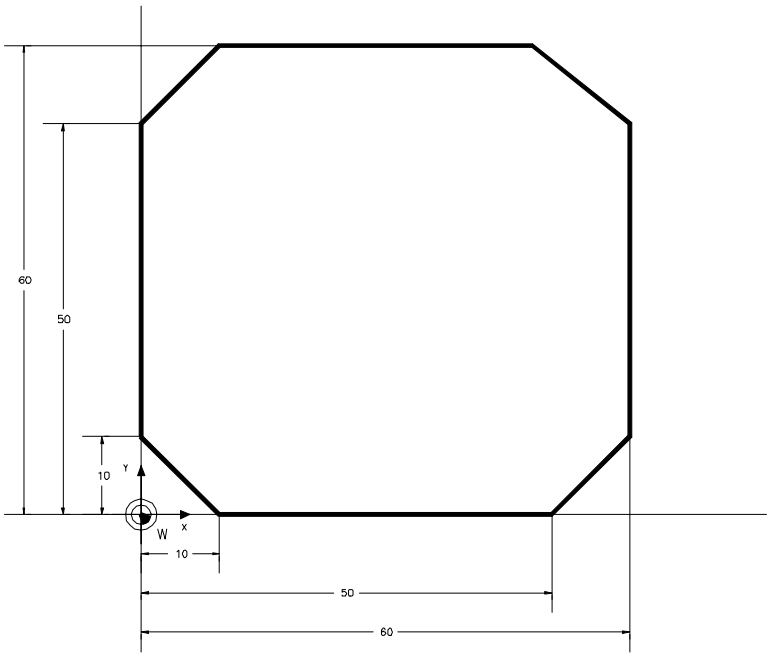
Erläuterung

N1 : Programmnullpunkt festlegen
N2 : Werkzeug 1 einwechseln
N3 : Spindel starten und Werkzeug auf Startpunkt fahren
N4 : Werkzeug auf Tiefe zustellen
N5 : Werkzeug BIS zur Kontur fahren
N6 : Radiuskorrektur RECHTS setzen
N7 : Geometrieberechnungen aktivieren
N8 : Werkzeug parallel zur X-Achse verfahren. Y-Koordinate kann entfallen
N9 : Eine Gerade unter einem Winkel. Der Startpunkt für diese Gerade ist bekannt, so dass Programmieren des Winkels genügt
N10 : Eine Rundung am Schnittpunkt der Geraden von Satz N9 und N11
N11 : Eine Gerade unter einem Winkel zu einem Endpunkt
N12-N14 : Achsparallele Bewegungen
N15-N17 : Geraden unter einem Winkel, einschließlich der Rundung (N16) zwischen diesen Geraden
N18 : Radiuskorrektur aufheben
N19 : Geometrieberechnungen aufheben
N20 : Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N21 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N22 : Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

N801 G98 X0 Y0 Z0 I100 J130 K-10
N802 G99 X10 Y10 Z0 I80 J105 K-10

BEISPIEL 2. Einfügen einer Fase zwischen Geraden




```
N64002
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-20 Y-20 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y0
N6 G42
N7 G64
N8 X60
N9 I10
N10 Y60
N11 I10
N12 X0
N13 I10
N14 Y0
N15 I10
N16 X10
N17 G40
N18 G63
N19 Y-20
N20 G0 Z100
N21 M30
```

Erläuterung

N1 - N7	:	Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8-N10-N12-N14	:	Achsparallele Bewegungen
N9-N11-N13-N15	:	Fase von N9 zwischen den Geraden von N8 und N10, Fase von N11 zwischen den Geraden von N10 und N12, usw.
N16	:	Letzte Bewegung zum Definieren der Fasenlage
N17	:	Radiuskorrektur aufheben
N18	:	Geometrieberechnungen aufheben
N19	:	Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N20	:	Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N21	:	Programm-Ende

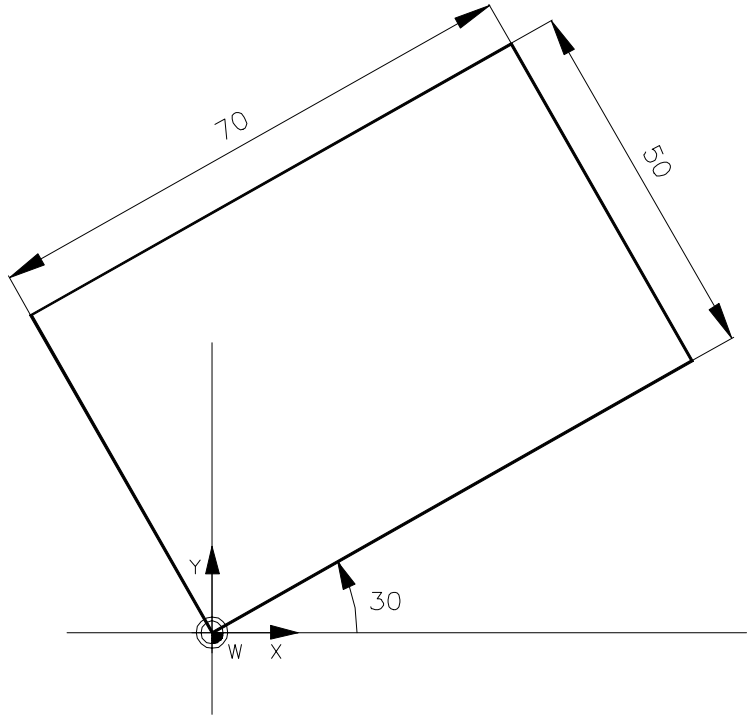
Hinweise: 1. Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-10 Y-10 Z0 I80 J80 K-10
N802 G99 X-5 Y-5 Z0 I70 J70 K-10
```

2. Wenn statt einer Fase eine Rundung programmiert werden soll, sind einige kleine Änderungen erforderlich:

```
N9 G3 R10
N10 G1 Y60
N11 G3 R10
N12 G1 usw.
```

BEISPIEL 3. Parallellinien




```
N64003
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-10 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X-4.33 Y-2.5
N6 G42
N7 G64
N8 X0 Y0 B1=30 I1=0
N9 X0 Y0 B1=120 I1=70
N10 X0 Y0 B1=-150 I1=50
N11 X0 Y0 B1=-60
N12 G40
N13 G63
N14 X-10 Y-10
N15 Z100
N16 M30
```

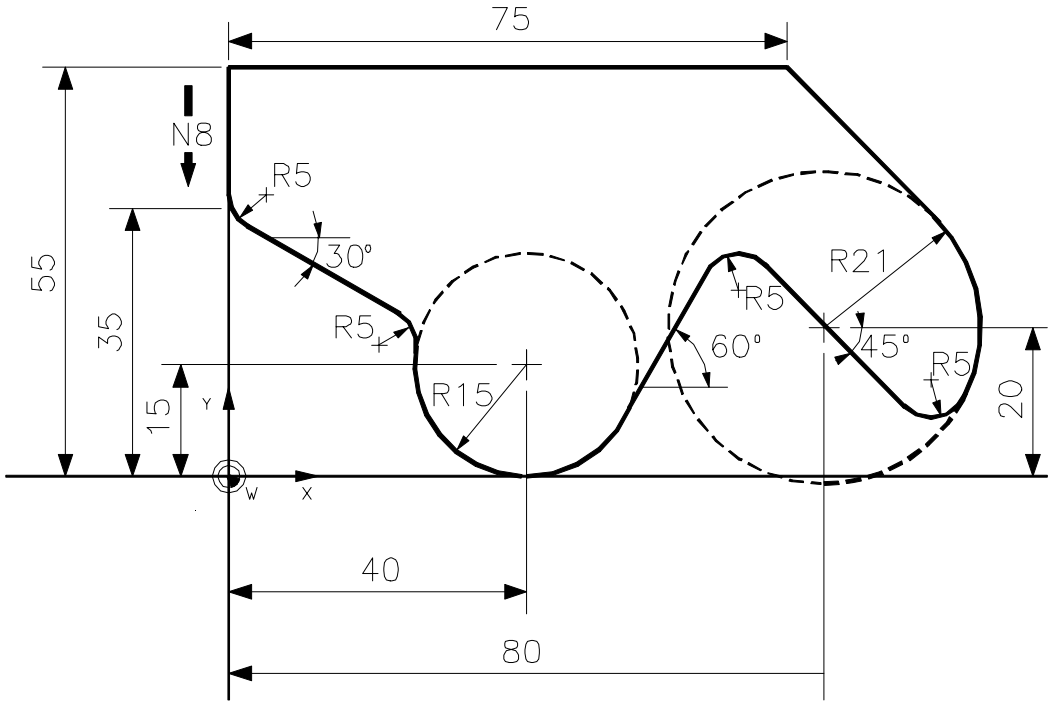
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Eine Gerade definiert durch einen Hilfspunkt (X0, Y0) und den Winkel mit der X-Achse
N9 : Eine Gerade definiert durch einen Hilfspunkt (X0, Y0) und den Winkel mit der X-Achse, in einem Abstand von 70 von der Geraden durch den Nullpunkt
N10 : Eine Gerade definiert durch einen Hilfspunkt (X0, Y0) und den Winkel mit der X-Achse programmiert in der Bewegungsrichtung, in einem Abstand von 50 von der Geraden durch den Nullpunkt.
N11 : Eine Gerade definiert durch den Endpunkt (X0, Y0) und den Winkel mit der X-Achse programmiert in der Bewegungsrichtung
N12 : Radiuskorrektur aufheben
N13 : Geometrieberechnungen aufheben
N14 : Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N15 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N16 : Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-35 Y-15 Z0 I110 J105 K-10
N802 G99 X-30 Y-10 Z0 I120 J95 K-10
```

BEISPIEL 4. Schnittpunkt Gerade-Kreis und Kreis-Gerade




```
N64004
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-5 Y60 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X0
N6 G42
N7 G64
N8 B1=-90
N9 G3 R5
N10 G1 X0 Y35 I1=0 B1=-30 J1=2
N11 G2 R5
N12 G3 I40 J15 R15 R1=0
N13 G1 B1=60
N14 G2 R5
N15 G1 X80 Y20 I1=0 B1=-45 J1=2
N16 G3 R5
N17 I80 J20 R21 R1=0
N18 G1 X75 Y55
N19 X-20
N20 G40
N21 G63
N22 G0 Z100 M30
```

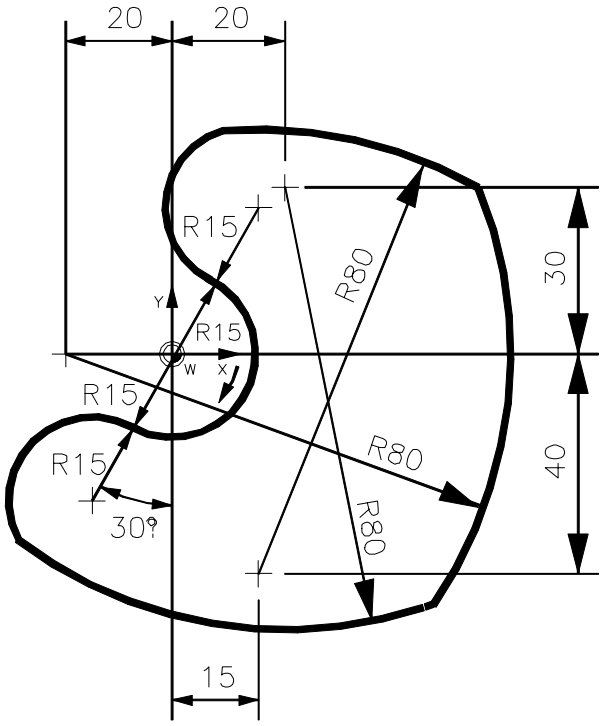
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Werkzeug entlang der Y-Achse herunterfahren
N9 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N8 und N10
N10 : Werkzeug entlang der Geraden fahren. Der Startpunkt für die Gerade ist als Hilfspunkt, der Winkel in der Bewegungsrichtung programmiert. Es wird der rechte Schnittpunkt (J1=2) der Geraden und des Kreises von N12 verwendet
N11 : Eine Rundung zwischen der Geraden von N10 und dem Kreis von N12
N12 : Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt des Kreises und der Geraden von N13
N13 : Eine Gerade. Der Tangentenpunkt ist der bekannte Startpunkt
N14 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N13 und N15
N15 : Eine Gerade durch den Mittelpunkt des Kreises von N17. Der Mittelpunkt wird als Hilfspunkt der Geraden verwendet. Es wird der Schnittpunkt in der Bewegungsrichtung verwendet (J1=2)
N16 : Eine Rundung zwischen der Geraden von N15 und dem Kreis von N17
N17 : Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt des Kreises und der Geraden von N18
N18 : Eine Gerade zum programmierten Endpunkt der Geraden
N19 : Werkzeug parallel zur X-Achse fahren, bis das Werkzeug frei vom Werkstück ist
N20 : Radiuskorrektur aufheben
N21 : Geometrieberechnungen aufheben
N22 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen. Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

N801 G98 X-10 Y-20 Z0 I140 J100 K-10
N802 G99 X0 Y-10 Z0 I120 J80 K-10

BEISPIEL 5. Schnittpunkt Kreis-Kreis




```
N64005
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X15
N6 G42
N7 G64
N8 G2 R15 R1=0
N9 G3 R15 B3=-120 L3=30 J1=1
N10 I20 J30 R80 J1=1
N11 I-20 J0 R80 J1=1
N12 I15 J-40 R80 J1=1
N13 R15 B3=60 L3=30 R1=0
N14 G2 X15 Y0 R15
N15 G40
N16 G1 X0
N17 G63
N18 G0 Z100 M30
```

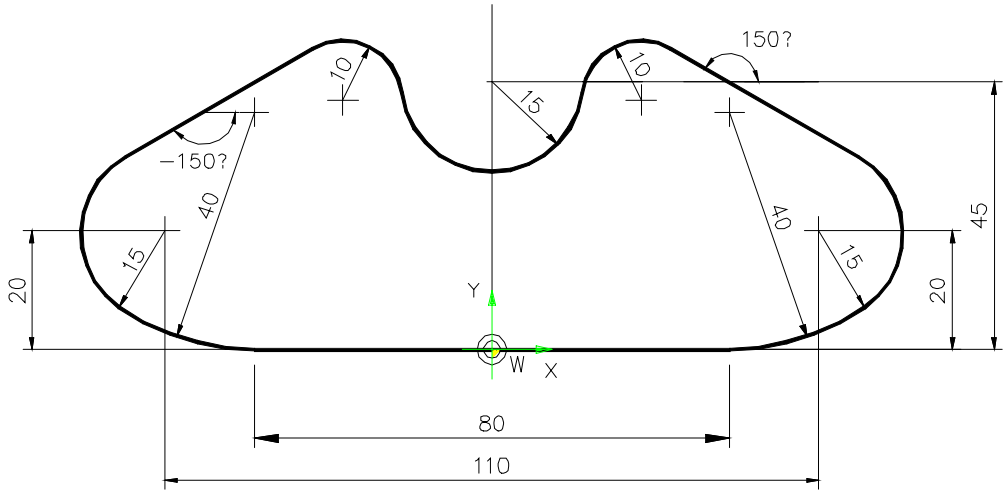
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt mit dem nächsten Kreis. Der Startpunkt für diesen Kreis ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Den Kreis abfahren, der durch die Polarkoordinaten seines Mittelpunktes (B3=.., L3=..) und den Radius definiert ist. Es wird der linke Schnittpunkt (J1=1) mit dem Kreis von N10 verwendet.
N10 : Den Kreis abfahren, der durch die kartesischen Koordinaten seines Mittelpunktes und den Radius definiert ist. Es wird der linke Schnittpunkt (J1=1) mit dem Kreis von N11 verwendet.
N11 - N12 : Die gleiche Bewegungsart wie bei N10
N13 : Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt mit dem Kreis von N14. Der Kreis ist durch seine polaren Mittelpunktkoordinaten (B3=.., L3=..) und den Radius definiert
N14 : Den mit Endpunkt und Radius programmierten Kreis abfahren
N15 : Radiuskorrektur aufheben
N16 : Geometrieberechnungen aufheben
N17 : Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N18 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N19 : Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-45 Y-60 Z0 I140 J140 K-10
N802 G99 X-40 Y-60 Z0 I125 J120 K-10
```

BEISPIEL 6. Verbindungskreis zwischen Geraden und Kreis




```
N64006
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y-20 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y0
N6 G42
N7 G64
N8 B1=0
N9 G3 R40
N10 G3 I55 J20 R15 R1=0
N11 G1 B1=150
N12 G3 R10
N13 G2 I0 J45 R15
N14 G3 R10
N15 G1 B1=-150 R1=0
N16 G3 I-55 J20 R15
N17 G3 R40
N18 G1 X0 Y0 B1=0
N19 G40
N20 G63
N21 G0 Z100
N22 M30
```

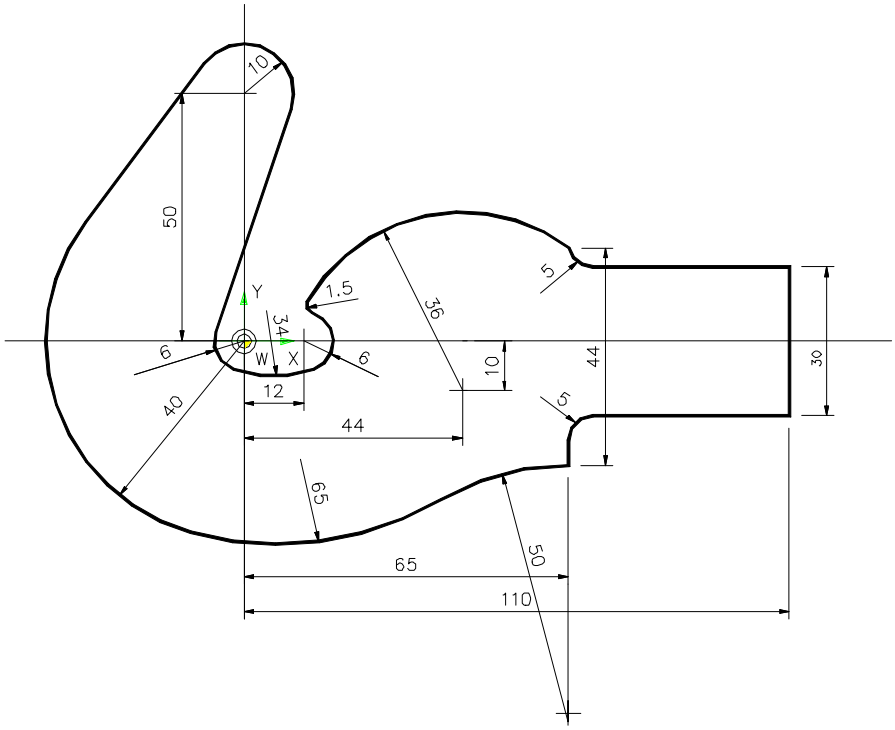
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Entlang der X-Achse fahren. Der Startpunkt für diese Gerade ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Ein umliegender Verbindungskreis zwischen der Geraden von N8 und dem Kreis von N10. Die Gerade schneidet/tangiert den Kreis nicht
N10 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden von N11. Der Kreis ist mit den kartesischen Koordinaten seines Mittelpunktes und dem Radius programmiert
N11 : Eine Gerade. Der Startpunkt für die Gerade ist der Tangentenpunkt mit dem Kreis von N10. Die Gerade schneidet/tangiert den Kreis von N13 nicht
N12 : Ein Verbindungskreis zwischen der Geraden von N11 und dem Kreis von N13
N13 : Ein Kreis vom Tangentenpunkt mit dem Kreis von N12 zum Tangentenpunkt mit dem Kreis von N14
N14 : Ähnlich wie N12
N15 : Eine Gerade zum Tangentenpunkt mit dem Kreis von N16
N16 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem umliegenden Verbindungskreis von N17
N17 : Der umliegende Verbindungskreis
N18 : Eine Gerade entlang der X-Achse zum programmierten Endpunkt
N19 : Radiuskorrektur aufheben
N20 : Geometrieberechnungen aufheben
N21 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N22 : Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-90 Y-15 Z0 I180 J90 K-10
N802 G99 X-70 Y-5 Z0 I140 J60 K-10
```

BEISPIEL 7. Verbindungskreis zwischen Kreisen




```
N64007
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X120 Y-35 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y-15
N6 G41
N7 G64
N8 B1=180
N9 G3 R5
N10 G1 X65 Y-22 I1=0 B1=-90 J1=1
N11 G3 I65 J-72 R50
N12 G2 R65
N13 G2 I0 J0 R40 R1=0
N14 G1 R1=0
N15 G2 I0 J50 R10 R1=0
N16 G1 R1=0
N17 G3 I0 J0 R6
N18 G3 R34
N19 G3 I12 J0 R6 J1=1
N20 G2 R1.5
N21 G2 I44 J-10 R36 R1=0
N22 G1 X65 Y22
N23 B1=-90
N24 G3 R5
N25 G1 X110 Y15 B1=0
N26 Y-40
N27 G40
N28 G63
N29 X120
N30 G0 Z100 M30
```

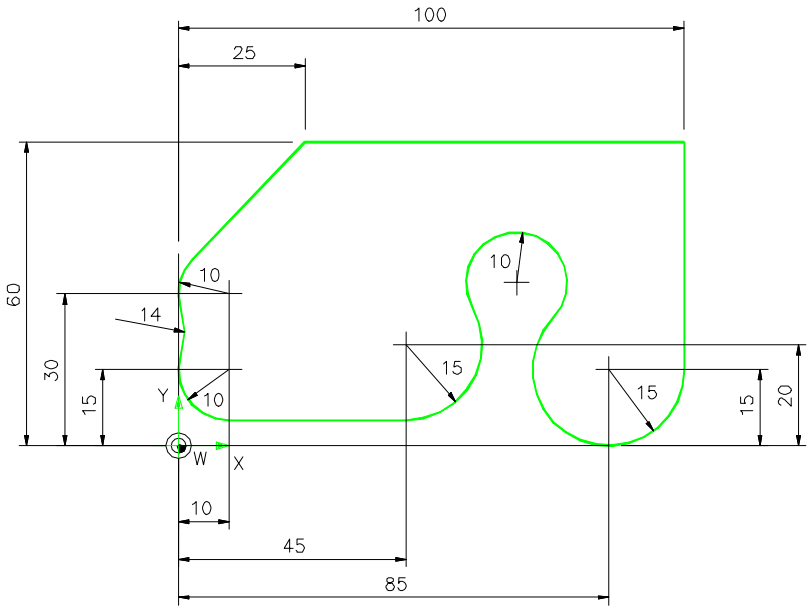
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel. Die Radiuskorrektur LINKS wird gesetzt
N8 : Parallel zur X-Achse verfahren. Der Startpunkt ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N8 und N10
N10 : Eine Abwärtsgerade parallel zur Y-Achse bis zum linken Schnittpunkt des Kreises von N11
N11 : Ein Kreis zum Startpunkt des Verbindungskreises von N12
N12 : Ein Verbindungskreis außen am Kreis von N11 und außen um den Kreis von N13
N13 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden des nächsten Sätze
N14 : Gemeinsame Tangente an den Kreisen N13 und N15
N15 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden vom nächsten Satz
N16 : Gemeinsame Tangente an den Kreisen von N15 und N17
N17 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem Verbindungskreis vom nächsten Satz
N18 : Ein Verbindungskreis, der um die Kreise von N17 und N19 liegt
N19 : Ein Kreis bis zum Tangentenpunkt mit der Rundung des nächsten Sätze. Der Kreis schneidet den Kreis von Satz N21
N20 : Der Rundung am Schnittpunkt der beiden Kreise von N19 und N21
N21 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden vom nächsten Satz
N22 : Eine Gerade programmiert mit seinem Endpunkt
N23 : Eine Abwärtsgerade parallel zur Y-Achse
N24 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N23 und N25
N25 : Eine Gerade parallel zur X-Achse, programmiert mit Endpunkt und Winkel
N26 : Eine Abwärtsgerade parallel zur Y-Achse
N27 : Radiuskorrektur aufheben
N28 : Geometrieberechnungen aufheben
N29 : Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N30 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen. Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-50 Y-50 Z0 I170 J120 K-10
N802 G99 X-45 Y-45 Z0 I160 J110 K-10
```

BEISPIEL 8. Verbindungskreis mit Auswahl größerer Bogen




```
N64008
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X115 Y60 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X100
N6 G41
N7 G64
N8 R1=0
N9 G2 I85 J15 R15
N10 G3 R10 K1=22
N11 G2 I45 J20 R15 R1=0
N12 G1 R1=0
N13 G2 I10 J15 R10
N14 G3 R14
N15 G2 I10 J30 R10 R1=0
N16 G1 X25 Y60
N17 X115
N18 G40
N19 G63
N20 Z100
N21 M30
```

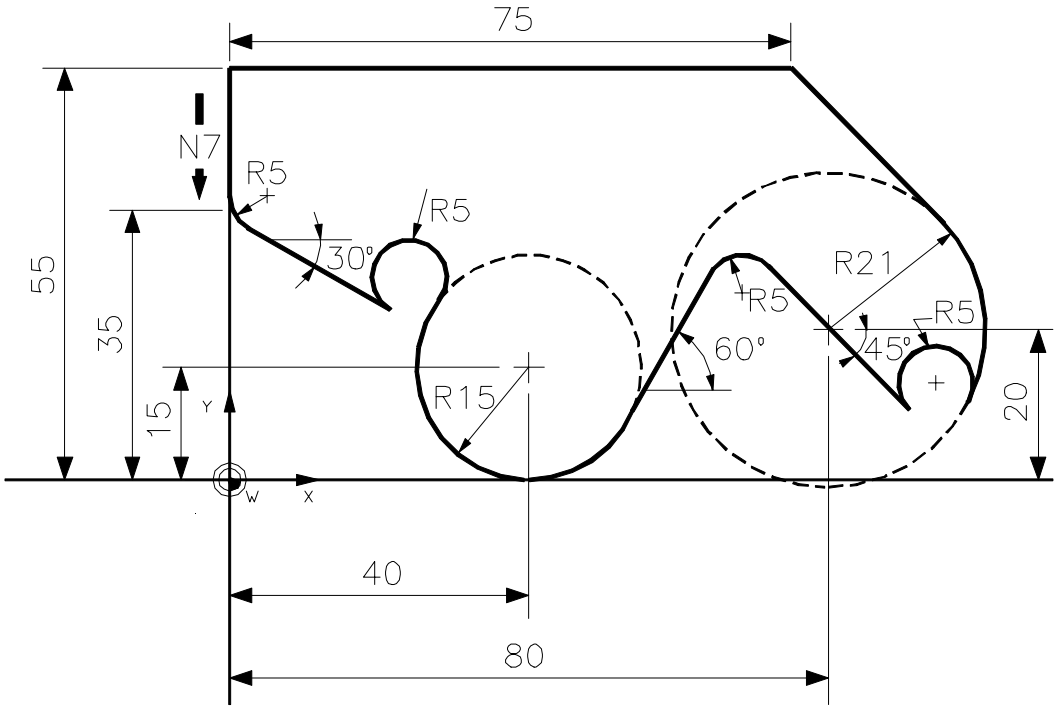
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel. Die Radiuskorrektur LINKS wird gesetzt.
N8 : Eine Gerade. Die Gerade tangiert am Kreis von N9. Der Startpunkt für die Gerade ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem Verbindungskreis vom nächsten Satz
N10 : Ein Verbindungskreis zwischen den Kreisen von N9 und N11. Der größere Bogen wird benötigt. In diesem Fall ist der Anzeiger K1=22 zu programmieren. Wird dieser Anzeiger weggelassen, so wird der kürzere Bogen (K1=12) automatisch von der Steuerung verwendet
N11 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der gemeinsamen Tangente von N12
N12 : Gemeinsame Tangente an den Kreisen von N11 und N13
N13 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem Verbindungskreis vom nächsten Satz
N14 : Ein Verbindungskreis außen an den Kreisen von N13 und N15
N15 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden von N16
N16 : Eine Gerade zum programmierten Endpunkt
N17 : Eine Gerade parallel zur X-Achse
N18 : Radiuskorrektur aufheben
N19 : Geometrieberechnungen aufheben
N20 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N21 : Programm-Ende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

N801 G98 X-10 Y-10 Z0 I120 J80 K-10
N802 G99 X-5 Y-5 Z0 I110 J70 K-10

BEISPIEL 9. Diskontinuierliche Bewegung zwischen Geraden und Kreis




```
N64009
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-5 Y60 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X0
N6 G42
N7 G64
N8 B1=-90
N9 G3 R5
N10 G1 X0 Y35 I1=0 B1=-30 J1=2
N11 G2 R5 K1=4
N12 G3 I40 J15 R15 R1=0
N13 G1 B1=60
N14 G2 R5
N15 G1 X80 Y20 I1=0 B1=-45 J1=2
N16 G2 R5 K1=4
N17 G3 I80 J20 R21 R1=0
N18 G1 X75 Y55
N19 X-20
N20 G40
N21 G63
N22 G0 Z100 M30
```

Erläuterung

Vergleichen Sie dieses Programm mit dem Programm vom Beispiel 4. Die Unterschiede sind folgende:

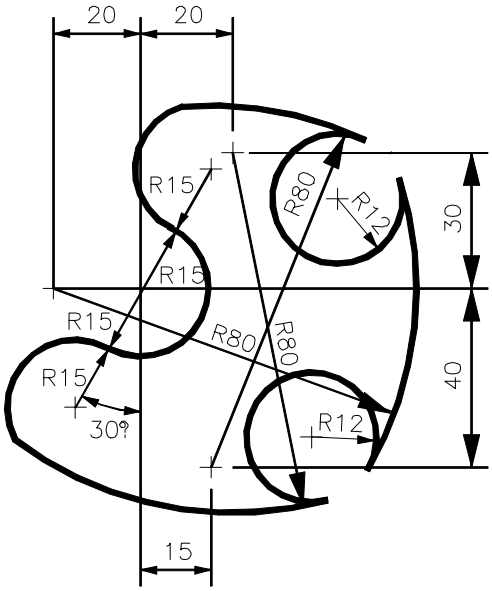
N11 : Die Drehrichtung auf dem Kreis wurde geändert und der Anzeiger K1=4 programmiert, um den erforderlichen Kreis zu erzielen

N16 : Die gleichen Änderungen wie im Satz N11

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

N801 G98 X-10 Y-20 Z0 I140 J100 K-10
N802 G99 X0 Y-10 Z0 I120 J80 K-10

BEISPIEL 10. Diskontinuierliche Bewegung zwischen zwei Kreisen




```
N64010
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X15
N6 G42
N7 G64
N8 G2 R15 R1=0
N9 G3 R15 B3=-120 L3=30 J1=1
N10 I20 J30 R80 J1=1
N11 G2 R12 K1=4
N12 G3 I-20 J0 R80 J1=1
N13 G2 R12 K1=4
N14 G3 I15 J-40 R80 J1=1
N15 R15 B3=60 L3=30 R1=0
N16 G2 X15 Y0 R15
N17 G40
N18 G1 X0
N19 G63
N20 G0 Z100
N21 M30
```

Erläuterung

Vergleichen Sie dieses Programm mit dem Programm vom Beispiel 5. Die Rundungen von N11 und N13 sind unterschiedlich. Der Anzeiger K1=4 wurde programmiert um den erforderlichen Kreis am Schnittpunkt der sich schneidenden Kreise zu erhalten.

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-45 Y-60 Z0 I140 J140 K-10
N802 G99 X-40 Y-60 Z0 I125 J120 K-10
```

14. Beilage

14.1 Schwenken der Bearbeitungsebene

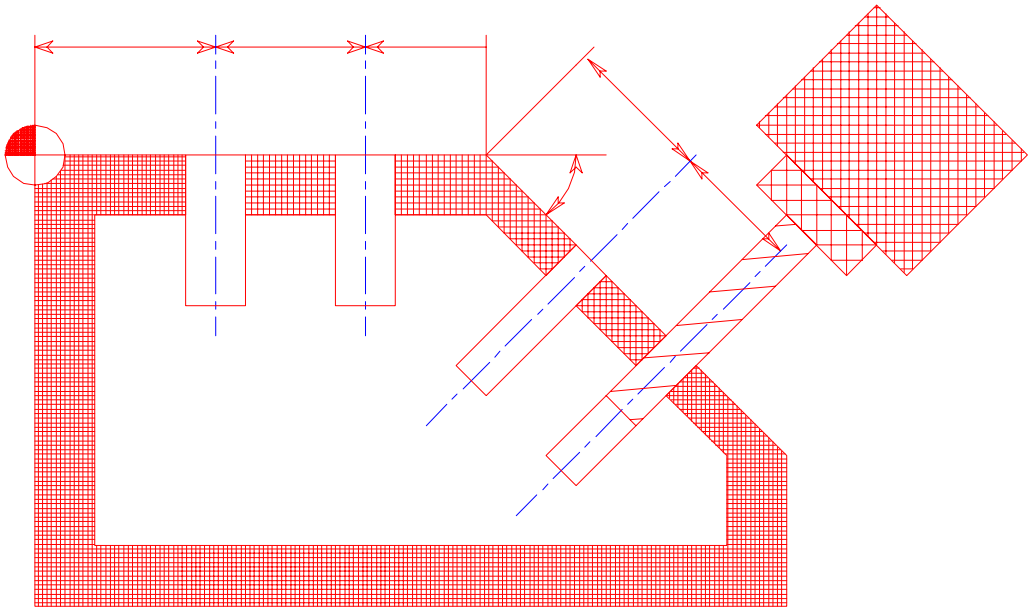
14.1.1 Einführung

Die Steuerung unterstützt das Schwenken von Bearbeitungsebene an Werkzeugmaschinen mit Schwenkköpfen sowie Schwenktischen. Beachten Sie Ihr Maschinenhandbuch.

Typische Anwendungen sind z.B. schräge Bohrungen oder schräg im Raum liegende Konturen. Die Bearbeitungsebene wird dabei immer um den aktiven Nullpunkt geschwenkt. Wie gewohnt, wird die Bearbeitung in einer Hauptebene (z.B. X/Y-Ebene) programmiert, jedoch in der Ebene ausgeführt, die zur Hauptebene geschwenkt wurde.

Für die Programmierung die frei programmierbaren Bearbeitungsebene siehe die Beschreibung von die G7-Funktion.

Mit der G7 Funktion wird die Verdrehung der Bearbeitungsebene definiert und ausgeführt. Die G7 Funktion besteht aus zwei Teilen:
- Bearbeitungsebene neu definieren, drehen des Koordinatensystems.
- Falls programmiert, das Werkzeug senkrecht auf die definierte Bearbeitungsebene schwenken.



Eine Bearbeitung auf einer schrägen Werkstückebene ist in lokalen Koordinaten programmiert. Dabei liegt die lokalen Hauptebene auf der schrägen Ebene und steht die Werkzeugachse senkrecht auf der Ebene.
Die Steuerung kennt den Zusammenhang zwischen den programmierten lokalen Koordinaten und den wirklichen Maschinenachsen und verrechnet diese. Die Steuerung verrechnet die Werkzeugkorrektur.

Die CNC unterscheidet beim Schwenken der Bearbeitungsebene zwei Maschinentypen:

1) Maschine mit fester Werkzeugkopf
   Die Lage der transformierten Werkzeugachse ändert sich im Bezug auf das maschinenfesten Koordinatensystem nicht. Wenn Sie Ihren Tisch, also das Werkstück, z.B. um 90□ drehen, dreht sich das Koordinatensystem nicht mit. Wenn Sie in der Betriebsart Manueller Betrieb die Achsrichtungs-Taste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug in die Richtung Z+.

2) Maschine mit geregelter Werkzeugkopf
   Die Lage der geschwenkten (transformierten) Werkzeugachse ändert sich im Bezug auf das maschinenfeste Koordinatensystem:
   Drehen Sie den Schwenkkopf Ihrer Maschine, also das Werkzeug, z.B. in der B-Achse um +90□, dreht sich das Koordinatensystem mit. Wenn Sie in der Betriebsart Manueller Betrieb die Achsrichtungs-Taste Z+ drücken, verfährt das Werkzeug in die Richtung Z+ und X+ des maschinenfesten Koordinatensystems.

Mit der G7-Funktion definieren Sie die Lage der Bearbeitungsebene durch die Eingabe von Schwenkwinkeln. Eingegebene Winkel beschreiben die Winkelkomponenten eines Raumvektors.

Wenn Sie die Winkelkomponenten des Raumvektors programmieren, berechnet die Steuerung die Winkelstellung der Schwenkachsen automatisch. Die Lage des Raumvektors, also die Lage der Werkzeugachse, berechnet die CNC durch Drehung um das maschinenfeste Koordinatensystem. Die Reihenfolge der Drehungen für die Berechnung des Raumvektors ist fest: Zuerst dreht die CNC die C-Achse, danach die B-Achse und schließlich die A-Achse.

Die G7-Funktion wirkt ab seiner Definition im Programm.

Die CNC kann nur geregelte Achsen automatisch positionieren. Bediente Handachsen können handmäßig in die richtige Position gesetzt werden.
In der G7-Definition können Sie zusätzlich zu den Schwenkwinkeln einen Sicherheitsabstand eingeben, mit dem die Schwenkachsen positioniert werden.
Nur voreingestellte Werkzeuge verwenden (volle Werkzeuglänge in der Werkzeugtabelle).
Beim Schwenkvorgang bleibt die Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Werkstück unverändert. (Abhängig von Bewegungstype L1=).

Die CNC führt den Schwenkvorgang mit Eilgang aus.

14.1.2 Maschinentypen

Für die Bearbeitungsebene schwenken können Fräsmaschinen mit vier oder fünf Achsen verwendet werden.
Abhängig von der Ebene die geschwenkt wird, braucht man andere Maschinentypen für die Bearbeitung. Um alle Seiten und Ebenen (außer die Unterseite) ohne neue Aufspannung zu erreichen, sind mindestens zwei Rundachsen und drei Linearachsen notwendig.

Die mögliche Maschinentypen sind:

Schwenkkopf 90° und Drehtisch

Der Schwenkkopf kann auf zwei Stellungen stehen. Durch den Schwenkkopf können die Oberseite und Hinterseite bearbeitet werden. Durch den Drehtisch (C-Achse) können die vier Seitenkanten bearbeitet werden.
Nur wenn der Schwenkkopf auch (manuell) schräg gesetzt werden kann, ist die Maschine geeignet für alle schräge Bearbeitungsebenen.

Doppel Drehtisch

(A- und C-Achse)
Dadurch können alle Seiten und schräge Bearbeitungsebenen bearbeitet werden.

Doppel Drehtisch und Schwenkkopf 45°

(A- und C-Achse)
Die A-Achse hat einen beschränkten Anschlag. Zusammen mit den zwei Stellungen des Schwenkkopfs können alle Seiten und schräge Bearbeitungsebenen bearbeitet werden.

Doppel Drehtisch 45°

(B- und C-Achse)
Die B-Achse steht dabei unter 45°. Alle Seiten und schräge Bearbeitungsebenen können bearbeitet werden.

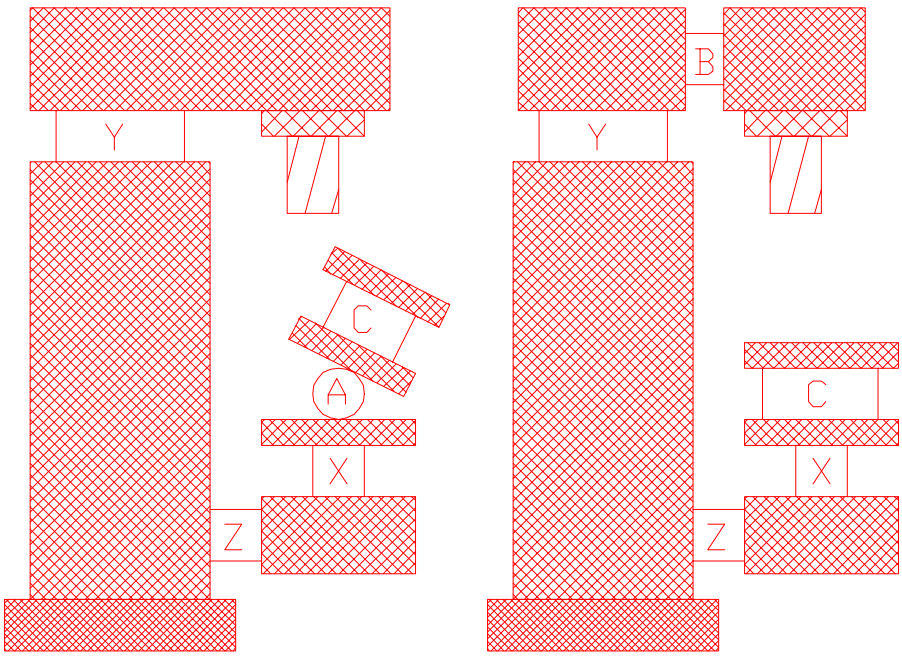
Drehtisch und Drehkopf

Der Kopf (B-Achse) kann frei positioniert werden. Zusammen mit dem Tisch (C-Achse) können alle Seiten und schräge Bearbeitungsebenen bearbeitet werden.

Drehtisch und Drehkopf 45°

Der Kopf (B-Achse) steht auf 45°. Zusammen mit dem Tisch (C-Achse) können alle Seiten und die schräge Bearbeitungsebenen bearbeitet werden.

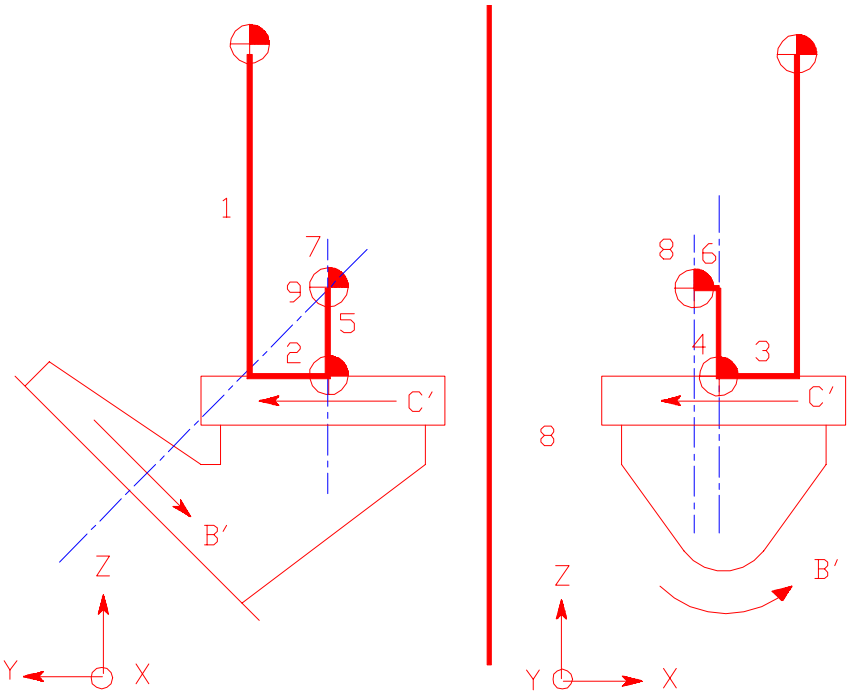
Skizze der meist geeigneten Maschinentypen für die schräge Bearbeitungsebene.



14.1.3 Kinematisches Modell

Um den Zusammenhang zwischen der Lage der Bearbeitungsebene und den Achspositionen zu ermitteln, ist die genaue Position der verschiedenen Drehpunkte der Rundachsen notwendig. Eine Beschreibung dieses Zusammenhanges heißt 'kinematisches Modell'. Das kinematische Modell wird in zwei 'Ketten' definiert. Eine Kette definiert den Abstand vom Referenzpunkt zum Werkzeug und die andere Kette definiert den Abstand von Referenzpunkt zum Werkstück.
Dabei braucht eine Kette nur beschrieben werden, wenn die Maschine eine oder mehrere Rundachsen hat. Alle anwesenden Rundachsen und Stellagen sollten beschreiben werden.

Zum Beispiel Kinematisch Modell für DMU 50 V



Erklärung von der Zeichnung:

-1,2,3 Drei Elementen in die X-,Y-, und Z-Richtung um der Mittelpunkt von dem Werkstücktisch (absolut) fest zu legen in bezug auf die Markerpositionen.

-4 Element zum Definieren von der C-Achse.
Man braucht nur die Drehachse von einer Rundachse zu beschreiben, nicht das Mittelpunkt.

-5,6 Zwei Elementen um die Drehachse von der zweiten Rundachse (inkrementell) zu erreichen.

-7 Element zum Definieren von der Richtung (inkrementell) von der zweiten Drehachse. Dieser Richtung ist -45° in der A-Achse (rundum die X-Achse).

-8 Element zum Definieren von die B-Achse.

-9 Element um die -45° Verdrehung (Element 7) wieder auf zu heben. Dadurch endet die kinematische Kette ohne Drehung.

Das kinematische Modell wird mittels Maschinenkonstanten MC600 bis MC699 eingetragen.

Jede Verschiebung oder Verdrehung wird als Element der kinematischen Kette in drei Maschinenkonstanten festgelegt. Insgesamt können so 25 Elementen der kinematischen Kette festgelegt werden. Alle anwesenden Rundachsen und Stellachsen sollen beschrieben werden.

14.1.4 Bedienung

14.1.4.1 Handbetrieb

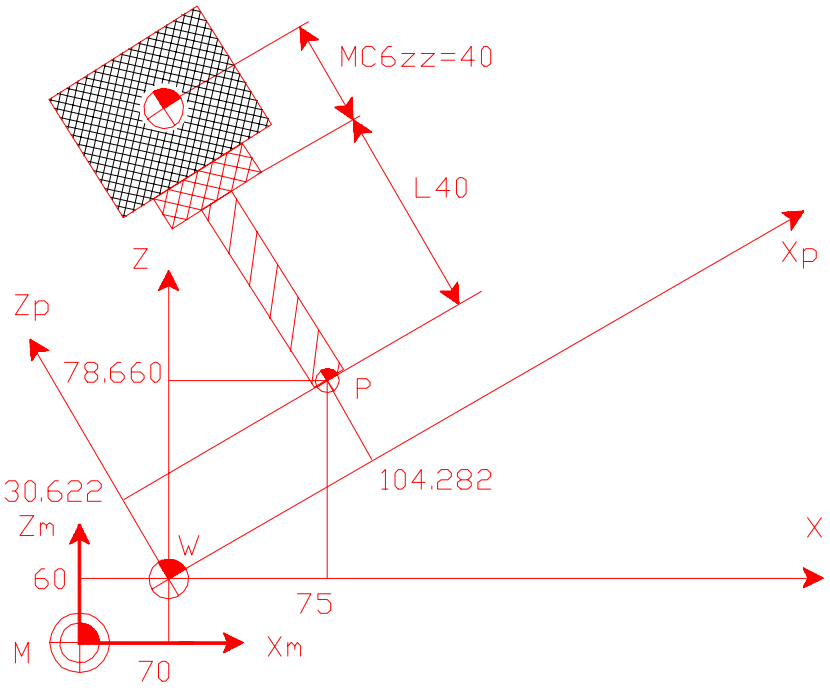
Die Achsen können in Handbetrieb verfahren werden.
Während des Handbetriebes werden die Achsen entlang der lokalen Koordinaten in der geschwenkten G7 Ebene verfahren. z.B. Im Tippbetrieb das Z-Achse bewegt sich das Werkzeug senkrecht auf der Ebene. Dabei können alle wirkliche lineare Maschinenachsen bewegen werden.

Die Verfahrtasten und die Handräder für die Linearachsen können wahlweise der G7 Ebene oder den Maschinenachsen zugeordnet werden. Die Anzeige erfolgt dann in G7 oder in den Maschinenachsen Ebene. Die Wahl zwischen G7 Ebene oder Maschinenachsen erfolgt mit einem neuen Softkey in der Softkeygruppe <Schritt / Kontinu>.

14.1.4.2 Anzeige

In der Anzeige wird mit einem gelben Ikone neben der Werkzeugnummer angezeigt, wenn G7 aktiv ist. Mittels einem kleinen "p" rechts neben den 'Achsenbuchstaben' wird angedeutet, ob die Position in der schrägen Bearbeitungsebene oder in Maschinenkoordinaten angezeigt wird. Der Bearbeitungsstatus ist mit dem aktuellen Stand der programmierten G7-Raumwinkeln erweitert.

Die Anzeige kann mittels eines neuen Softkeys, in der Softkeygruppe der Jogbetriebsarten, umgeschaltet werden. Wenn die Position in Maschinenkoordinaten angezeigt wird, wird die Position der wirklichen Werkzeugspitze angezeigt. Siehe nächstes Bild:



Die Positionsanzeige kann zwischen der Position in der G7 Ebene (Xp, Zp) oder der Position in den Maschinenkoordinaten (X, Z) wechseln.
Beide basieren auf dem aktiven Nullpunkt G52 + G54 + G92/G93.

14.1.4.3 Auslese Achse / Stellachse

Eine nicht geregelte Achse muss mit der Hand in die richtige Position gebracht werden. Davor oder danach muss aber die Schrägstellung des Werkzeuges auch über G7 eingetragen werden, sonst wird dieser Wert nicht mit eingerechnet.

Bemerkung: In G7 mit n7=<Parameternummer> wird die erwartete Position der Rundachsen in den Parametern gesetzt. Mit dieser Information kann eine Auslese Achse oder Stellachse manuell gesetzt werden.

Die Ausleseachse oder Stellachse sollte auch im kinematischen Modell beschrieben werden.

14.1.4.4 Referenzpunkt

Wenn während G7, der Referenzpunkt angefahren wird, bleiben die Rundachsen nach dem Anfahren, auf ihrer Referenzposition stehen. Die G7 Ebene wird aufgehoben und die Ebene von MC11 wird aktiviert.

Nach Maschinenhochlauf, aber vor dem Referenzpunkt anfahren, ist die G7 Ebene noch aktiv.
Nach <CNC rücksetzen> wird die G7 Ebene aufgehoben.

14.1.4.5 Unterbrechung

Wenn die G7 Bewegung unterbrochen wird, wird die genaue Position der Werkzeugspitze angezeigt. Nach einer Unterbrechung können die Achsen im Handbetrieb verfahren werden.

Nach den Drücken von <Start> macht die Maschine eine Positionierbewegung zurück zum unterbrochenen Punkt. Dabei laufen die Achsen mit der Positionierlogik auf die G7 Ebene. Die Rundachsen drehen sich dabei als erstes.

14.1.5 Fehlermeldungen

P306 Ebene nicht eindeutig definiert
Die G7 Ebene ist mit einer Mischung von absoluten Winkeln (A5=, B5=, C5=) und inkrementellen Winkeln (A6=, B6=, C6=) definiert.

Lösung: Nur absolute oder inkrementelle Winkel verwenden. Wenn notwendig können mehrere G7 Definitionen mit inkrementellen Winkeln hinter einander definiert werden.

P307 Programmierte Ebene nicht erreichbar
Die definierte G7 Schrägstellung kann, wegen des beschränkten Bereiches der Rundachsen, nicht erreicht werden.

Lösung: Bei Maschinen mit Schwenkkopf sollte der Kopf (über M-Funktion) von der momentanen Stellung (horizontal oder vertikal) auf die andere Stellung geschwenkt werden.

O256 Nicht gültiger Maschinentyp
Das kinematische Modell definiert ein Maschinentyp, der nicht von der Bearbeitungsebene schwenken (G7) unterstützt wird. Nur Maschinentypen mit der folgenden Reihenfolge der Rundachsen, gesehen von Werkstück bis Werkzeug, werden unterstützt:

- A C
- C A
- C B
- C A_fest B -A_fest
  (A_fest ist eine feste Verdrehung in die Richtung der A-Achse, wie z.B. die DMU50V hat mit -45°)
- C
- Achsentausch Varianten (C wird B, und B wird C) sind auch möglich.

Lösung: Das kinematische Modell muss mit mindestens einer Beschreibung einer anwesenden Rundachse, in den Maschinenkonstanten berichtigt werden. Die Steuerung muss neu Hochlaufen.

14.1.6 Maschinenkonstanten

MC 312 Freie Bearbeitungsebene (0=aus, 1=ein)

Aktiviert die freie Bearbeitungsebene. Die G7 Funktion kann programmiert werden.

MC 600 - MC 699
Es gibt 100 neue Maschinenkonstanten (MC600 - MC699) zur Beschreibung des kinematischen Modells. Das Modell wird mit maximal 25 Elementen definiert, wobei jedes Element mit vier Maschinenkonstanten beschrieben wird.
Die folgende Maschinenkonstanten werden verwendet:

MC 600 Kinematische Kette (0=Ende, 1=W-zeug, 2=W-stück)

MC 601 Element (0,1=X, 2=Y, 3=Z, 4=A, 5=B, 6=C)

MC 602 Element Typ (0=Inkremental, 1=Absolut, 2=Programmierbar)

MC 603 Element Verschiebung [:m/mGrad]

MC 604, 608, 612, 616, 620, ... , 696 wie MC 600
MC 605, 609, 613, 617, 621, ... , 697 wie MC 601
MC 606, 610, 614, 618, 622, ... , 698 wie MC 602
MC 607, 611, 615, 619, 623, ... , 699 wie MC 603

MC 755 FBE: Drehung (0=Koord.Kreuz,1=Achsen)
Wenn die gewünschte Drehung der Bearbeitungsebene mit der Drehung einer Rundachse übereinstimmt, hat die Steuerung die Wahl zwischen der Drehung der betroffenen Rundachse oder der Drehung des Koordinatenkreuzes. Dies kann über die MC755 festgelegt werden.

z.B. auf einer Maschine mit (wirklicher) C-Achse gibt die Programmierung G7 C5=30 und MC755=0 eine Drehung des Koordinatenkreuzes um -30° und MC755=1 eine Drehung der C-Achse um 30°.

14.2 Look Ahead Feed (LAF) Funktion

14.2.1 Einführung

Mit Look Ahead Feed wird eine Vorausberechnung auf der programmierten Werkzeugbahn unter Einbezug der Achsdynamik aller beteiligten Achsen vorgenommen. Damit wird die Bahngeschwindigkeit so angepasst, dass bei möglichst hoher Geschwindigkeit höchste Konturgenauigkeit erreicht wird. Die maximale Beschleunigung wird jedoch nie überschritten.

Spezielle Hochleistungsalgorithmen gewährleiste unter Beachtung des programmierten Vorschubes und des aktuell eingestellten Vorschuboverrides, dass ein homogener Vorschubverlauf bei schnellen Abarbeitungszeiten möglich wird.

Der Ablauf von CAD-generierte Programmen wird wesentlich erhöht.

Der Anwender braucht in Hinblick auf Look Ahead Feed nichts weiter zu beachten.
Die Funktion kann nicht beeinflusst werden.

Änderungen gaben es lediglich bei der Funktion G28. Die Adressen für die Vorschubbegrenzung sind entfallen (siehe G27/G28 ab V320). Bereits bestehende Programme müssen nicht angepasst werden, d.h. sie sind weiterhin lauffähig wie bisher. Diese Funktionen werden während der Bearbeitung ignoriert. Die Bearbeitung kann aber weiter laufen.

Während Look Ahead Feed (LAF) soll der Endpunkt und Mittelpunkt eines Kreises innerhalb 64 µm miteinander übereinstimmen. In diesem Fall wird der Mittelpunkt automatisch korrigiert. Es findet keine "Ausgleichsbewegung" beim Endpunkt statt wie in V310. Wenn der End- und Mittelpunkt nicht innerhalb 64 µm übereinstimmen, wird ein Fehler gemeldet. Dieses gilt auch für Helixinterpolation.

14.2.2 Spezifische Beschreibung

1) Interpolationsarten

Die LAF-Funktion ist aktiv während:
- G0 Eilgang inklusive Zustellbewegungen
- G1 Vorschubbewegung
- G2, G3 Kreis inklusive Schraubenlinieninterpolation (Helix)
- G84 Gewindeschneiden
- G145, G45, G46 Messbewegung

Die LAF-Funktion ist nicht aktiv während:
- G6 Splines
- G74 Positionier Bewegungen
- G182 Zylindermantel Interpolation mit allen zugelassenen Bewegungen.
- SPS-kontrollierte Achsbewegungen (Home Position)
- Hilfsachsbewegungen

Kreisinterpolation
- Die erreichbare Kreisgenauigkeit ist mit LAF während höheren Geschwindigkeiten besser als in frühere Versionen. Dieses gilt sowohl für Kreise die durch G2/G3, wie für Kreise die durch Zyklen erzeugt werden.

2) Bisherige Konturgenauigkeit Funktionen (G28 Funktion)

Die folgende Funktionen innerhalb der G28 Programmierung sind nicht mehr aktiv:
- I3=2 G1, G2, G3 mit Eckenfreigabeabstand (MC136)
- I3=3 G1 mit programmierbarer Konturgenauigkeit, (MC137) oder I7=(0-10000)[µm]
- I4=2 G0 mit Eckenfreigabeabstand (MC136)
- I6=1 G2, G3 mit Vorschubbegrenzung (MC135)

Diese Funktionen werden während der Bearbeitung ignoriert. Die Bearbeitung kann aber weiter laufen.

4) Neue Fehlermeldungen

P300 LAF: Endpunkt nicht auf dem Kreis

Abweichung Kreisendpunkt größer dann 64µm.
Für einen Zylinder gilt noch zusätzlich: 100 mm < R-Zylinder < 10 m

Lösung: Der Endpunkt soll genauer definiert werden.

P301 LAF: SW-Endschalter angefahren

Die programmierte Bahn kommt außerhalb den Endschaltern oder außerhalb + oder - 100 m. Bei Geraden wird dieser Fehler an Anfang des falsch programmierten Satzes generiert. Bei Kreisen hängt es ab von dem Kreisform und Geschwindigkeit.

Lösung: Die Bahn soll innerhalb dem möglichen Bereich definiert werden.

P302 Kein Interpolations- Achse

Es sind nicht die richtigen Achsen definiert für die angewählte Interpolationsart:
Kein zwei Hauptachsen für Kreisinterpolation.
Kein Rundachse für Zylindermantel Interpolation

Lösung: Die fehlende Achse soll definiert werden.

Beispiel

```
N14803 (TESTPROGRAMM)
N1 (LAUFZEIT MAX. 24 MINUTEN)
N1 (LETZTE SATZNUMMER  N120666)
N6 G90
N12 G40
N14 M9
N16 T2 M67
N18 (TOLERANZ 0.01)
N20 (KUGELFRÄSER D 8 mm, AUFMAß 0.0 )
N24 F15000 S16000 M3
N26 G0 X230 Y-14.8 Z10
N28 G0 Z42.5
N30 G1 Z32.5
N32 X210.16
.
N120664 G0 Z100
```

14.3 Grafische Unterstützung

In der CNC Pilot stehen die folgenden Arten der grafischen Unterstützung zur Verfügung:

- Synchrongrafik: die tatsächlichen Werkzeugbewegungen an der Maschine werden im gleichen Augenblick auf dem Steuerungsbildschirm grafisch dargestellt.

- Grafische Simulation : die programmierten Werkzeugbewegungen werden auf dem Steuerungsbildschirm grafisch dargestellt.

- Grafische Programmierunterstützung

Für eine grafische Darstellung muss nicht nur die Steuerung auf die richtige Darstellungsart eingestellt werden, sondern auch das Teileprogramm muss einige bestimmte G-Funktionen enthalten, und zwar:

- die Funktion G195, zum Definieren des 3D-Fensters, d.h. eines begrenzten Bildschirmbereiches, in dem die grafische Simulation ausgeführt wird;
- die Funktionen G196 bis G199, zum Definieren der Innen- und Außenkontur der Rohteils und der Maschinenteile.

14.3.1 Synchrongrafik

Bei der Synchrongrafik wird eine 3D-Ansicht der Werkzeugbahn (= die Bahn der Werkzeugspitze) auf dem Steuerungsbildschirm dargestellt, und zwar gleichzeitig mit den tatsächlichen Werkzeugbewegungen an der Werkzeugmaschine. Die mit Vorschub und im Eilgang ausgeführten Bewegungen werden durch unterschiedliche Farben dargestellt.

Das durch die Funktion G195 definierte Grafikfenster wird zum Einstellen der Grenzen am Bildschirm verwendet. Ein Maßstab für evtl. Messungen ist nicht vorgesehen.

Die Synchrongrafik lässt sich bei der Betriebsart BEDIENUNG anwenden.

14.3.2 Grafische Simulation

Bei der grafischen Simulation werden die programmierten Werkzeugbewegungen auf dem Steuerungsbildschirm grafisch dargestellt.
Die Darstellung umfasst:

- eine Liniengrafik der Werkstückkontur, der Werkzeugbewegungen, der Endpunkte der Zyklen, der Maschinenteile und der Werkzeugform.
- eine Vollflächengrafik der Werkstückbearbeitung. Bei Eilgangbewegungen kann evtl. eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erkannt werden, ebenso wie eine Kollision mit Maschinenteilen.
- eine Darstellung des bearbeiteten Werkstücks und der Schnittdarstellung.

Die grafische Simulation eines Teileprogrammablaufs lässt sich bei der Betriebsart BEDIENUNG anwenden.

Hinweis: Drehachsen werden bei der grafischen Simulation nicht berücksichtigt.

LINIENGRAFIK

Bei Liniengrafik werden die Außen- und Innenkontur des Rohteils, die Maschinenteile und die Werkzeugform dargestellt. Die Werkzeugbewegungen werden in Einzelsatz- oder Automatikbetrieb erzeugt. "Satz ausblenden" und "Wahlweiser Halt" sind während des Programmablaufs möglich.

Dadurch, dass das Achsenkreuz eingeblendet werden kann, lassen sich die Werkstückmaße und die Werkzeuglage messen.

Der Fräser wird als ein Kreis dargestellt. Seine Abmessungen werden dem Werkzeugspeicher entnommen.

Bei sämtlichen Arten der Liniengrafik, ausgenommen 2.5-Liniengrafik, lädt sich ein Bild des Werkzeughalters und des mit dem G-Wort aus dem Werkzeugspeicher definierten Werkzeugs in einem separaten Fenster darstellen.

Das programmierte Rohteil, die Maschinenteile, die Werkzeugform, die programmierte Kontur und die Vorschub- und Eilgangbewegungen werden durch unterschiedliche Farben dargestellt.

Bei Eilgangbewegungen lässt sich eine Kollisionen zwischen Werkzeug und Werkstück erkennen, ebenso wie eine Kollision mit Maschinenteilen.

Die Endkontur eines festen Fräszyklus wird als eine programmierte Kontur dargestellt.

Während der Universal-Taschenzyklus werden beim Ausführen der Funktion G200 die programmierte Taschenkontur und die Insel dargestellt. Anschließend werden die Makros erzeugt und das Taschenfräsen simuliert.

Zum Vergrößern bzw. Verkleinern des Fensters für die Werkstückdarstellung ist eine Zoom-Funktion vorgesehen.

2D-Liniengrafik

Bei der 2D-Liniengrafik werden sowohl der Kontur als auch die Fräserbahn in der wirksamen Hauptebene dargestellt. Auf diese Weise lassen sich die programmierte Kontur und die Fräserbahn auf der Kontur prüfen.

2.5D-Liniengrafik

Bei der 2.5D-Liniengrafik werden die Werkzeugbewegungen in der wirksamen Hauptebene und in den Projektionen dargestellt. Über eine Maschinenkonstante kann zwischen Euro- und USA-Projektion gewählt werden.

Ein kleines zusätzliches Fenster erlaubt die Darstellung einer 3D-Liniengrafik.

Bei diesem Grafikmodus lassen sich nicht nur die Kontur und die Fräserbahn auf der Kontur, sondern auch die Bewegungen in der Werkzeugachse prüfen.

Für die 2D- und 2.5D-Liniengrafik ist eine Kreuzfaden-Funktion vorgesehen, zum Prüfen der Werkstückmaße. Die Lage des Fadenkreuzes wird im oberen Fenster angezeigt.

3D-Liniengrafik und perspektivische Ansicht

Bei der 3D-Liniengrafik und der perspektivischen Ansicht werden die Werkzeugbewegungen in einer räumlichen Werkstückdarstellung sichtbar gemacht.

Bei der 3D-Liniengrafik bleiben parallel verlaufende Geraden immer parallel und bei der perspektivischen Ansicht begegnen sich die Geraden in einem entfernten Punkt.

Bei beiden Grafikmodi lässt sich das Werkstück um die drei Hauptachsen drehen, damit es unter verschiedenen Blickwinkel betrachtet werden kann.

VOLLFLÄCHENGRAFIK

Bei der Vollflächengrafik wird ein Festkörpermodell des Werkstücks in entweder 2D- oder 2.5D-Ansicht dargestellt. Im jeweiligen Modell wird die Bearbeitung des Werkstücks sichtbar gemacht. Bei Eilgangbewegungen kann evtl. eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erkannt werden, ebenso wie eine Kollision mit Maschinenteilen, sofern sie im Grafikmodell programmiert wurden.

Unterschiedlichen Bearbeitungstiefen werden durch unterschiedliche Farben wiedergegeben.

Zum Vergrößern bzw. Verkleinern des Fensters für die Werkstückdarstellung ist eine Zoom-Funktion vorgesehen.

Ein Achsenkreuz ist nicht vorgesehen. Messungen am Bildschirm können entweder bei der Liniengrafik oder bei der Werkstückdarstellung vorgenommen werden.

KOLLISIONSERKENNUNG BEI VOLLFLÄCHENGRAFIK

Für die Kollisionserkennung werden nicht die programmierten Konturen der Maschinenteile verwendet, sondern es wird das kleinstmögliche Rechteck berechnet, das die gesamten Maschinenteile umfasst. Wenn festgestellt wird, dass ein Werkzeug in dieser Rechteck hineinfährt, so erfolgt eine Warnmeldung.

Zum Erzeugen einer Kollisionsmeldung während der grafischen Simulation muss die Funktionstaste Kollision erkennen gedrückt werden. Wird die Taste nicht gedrückt, so überschreibt das grafische Werkzeug den Maschinenteil.

WERKSTÜCKDARSTELLUNG

Bei der Werkstückdarstellung wird das gesamte Programm schnell von der Steuerung ausgeführt, wonach das Werkstück und seine Schnittdarstellung dargestellt werden. Der Anwender kann die gewünschte Schnittdarstellung auswählen und den Kreuzfaden auf den zu prüfenden Punkt bewegen.

14.3.3 Grafische Programmierunterstützung

Beim Programmieren der Steuerung, d.h. bei der Eingabe eines Programms in die Steuerung, stehen zwei Arten von Unterstützung zur Verfügung:

a. Statische Bilder

Diese Bilder erläutern die zur ausgewählten G-Funktion gehörenden Adressen. Sie erlauben "geführte Eingabe" und "Eingabe im Dialogbetrieb".

b. Dynamische Grafik

Bei "geführter Eingabe" und Eingabe im Dialogbetrieb" werden in einer 2D-Liniengrafik die programmierte Kontur und die Fräserbahn auf der Kontur dargestellt.

Nachdem einige Programmsätze eingegeben sind, lässt sich die Auswirkung dieser Sätze auf den Programmablauf mit Hilfe der dynamischen Grafik erkennen, so dass eventuelle Änderungen sofort vorgenommen werden können.

Bei diesem Grafikmodus wird das im G195-Satz definierte Fenster verwendet.

c. Interaktive Konturprogrammierung (ICP)

Beim ICP-Modus kann die dynamische Grafik zur Anzeige der einzelnen Programmsätze am Bildschirm benutzt werden. Es werden nicht nur die abgearbeiteten Programmsätze angezeigt, sondern auch die verschiedenen Wahlmöglichkeiten werden angegeben, wie z.B. der Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises oder zweier Kreise.

Wenn bestimmte Elemente nicht gezeichnet werden können, so werden beim ICP-Modus in einem Sonderfenster bis zu drei Elemente angezeigt, die zwar programmiert sind aber bislang nicht verwendet werden konnten. Erst nachdem die Steuerung die Endpunkte der Sätze errechnen kann, werden sämtliche Elemente angezeigt.

Beim ICP-Modus wird, abhängig von der Größe von das ICP-Kontur, einem Sonderfenster für den Geometrieabschnitt des Programms verwendet.

14.4 Maschinenkonstanten

Allgemeines

MC 11 : Definition der beim Einschalten der Steuerung wirksamen Ebene
=17: XY-Ebene; =18: XZ-Ebene; =19: YZ-Ebene

MC 19 : Projektionsart bei 2.5D-Grafik
=0 Euro-Projektion
=1 USA-Projektion

MC 20 : Achsenkonfiguration bei 2D- und 2.5D-Grafik
G17 X-Achse horizontal und Y-Achse vertikal
G18 Z-Achse horizontal und X-Achse vertikal
G19 Y-Achse horizontal und Z-Achse vertikal
=0 Nullpunkt unten links
=1 Nullpunkt oben links
=3 Nullpunkt oben rechts
=4 Nullpunkt unten rechts

MC 78 : M13 und M14 werden von der Steuerung erkannt

MC 82 : Maximale Anzahl der definierten Punkte, die in der Steuerung gespeichert werden können

MC 83 : Maximale Anzahl der E-Parameter, die in der Steuerung gespeichert werden können

MC 84 : Maximale Anzahl der erweiterten Nullpunktverschiebung (G54 I[Nr.]), die in der Steuerung gespeichert werden können. Wenn dieser Wert Null ist, wird die Standard (G54...G59) Nullpunktverschiebung aktive.

MC 85 : Maximale Anzahl der Teileprogramme und Makros, die in der Steuerung gespeichert werden können

MC 135 : Schwellwert der Vorschubbegrenzung

MC 136 : Eckenfreigabeabstand

MC 137 : Maximaler Eckenfehler

Programmierung

MC 707 : =70 Einschaltstellung der Steuerung ist Inchbetrieb
=71 Einschaltstellung der Steuerung ist metrischer Betrieb

MC 711 : Winkel für Zwischenkreis

MC 714 : Art der Parameter für Vergrößern/Verkleinern sowie die betroffenen Achsen
=0 Vergrößern/Verkleinern um Faktor; nur Hauptachsen
=1 Vergrößern/Verkleinern um Prozentsatz; nur Hauptachsen
=2 Vergrößern/Verkleinern um Faktor; Hauptachsen und Werkzeugachse
=3 Vergrößern/Verkleinern um Prozentsatz; Hauptachsen und Werkzeugachse

MC 715 : Format des Faktors bei Vergrößern/Verkleinern

MC 719 : Radius Faktor für Nachbearbeiten bei Taschenfräsen (101-200%)

MC 720 : Überlappungsparameter bei Taschenfräsen (Schnittbreite)

MC 723 : Einfahrrampe bei G84

MC 724 : Verweilzeit am Bohrungsgrund bei Gewindebohren G84

MC 727 : Minimale Spindeldrehzahl für Einfahrrampe bei G84

MC 728 : Steigungsabnahme bei Gewindebohren G84

MC 740 : Maximaler Vorschub

Messen mit Hilfe eines Berührungstasters

MC 840 : Messtaster eingewechselt

MC 841 : Messtastertyp
=0 induktiver Messtaster
=1 Messtaster mit Fernsignalisierung (z.B. ein Infrarottaster)
=4 festverdrahteter Messtaster

MC 842 : Blasluftdauer vor der Messung

MC 843 : Messvorschub

MC 844 : Vormessdistanz

MC 845 : Nachmessdistanz

MC 846 : Anzeigefeinheit für Drehachse beim Ausrichten der Achse

MC 847 : Breite des festen Messtasters

MC 848- : Radius-Kalibrierring

MC 850 : Kollisionsschutz für Messtaster
=0 bei allen Verfahrbewegungen, außer der Messbewegung
=1 bei allen Vorschubbewegungen, außer der Messbewegung
=2 bei allen Verfahrbewegungen, außer der Messbewegung und dem Rückzug nach der Messung

MC 851 : Verzögerungszeit für den Kollisionsschutz

Werkzeughandhabung

MC 27 : Anzahl der Werkzeuge im Werkzeugspeicher

MC 28 : Anzahl der Plätze im Werkzeugmagazin

MC 29 : Werkzeugstandzeitüberwachung eingeschaltet

MC 31 : Schnittkraftüberwachung eingeschaltet

MC 32 : Werkzeugbruchüberwachung eingeschaltet

Externer Programmaufruf

MC 42 :
- =0 kein externer Programmaufruf
- =1 feste Zuordnung des Programmnamens
- =2 variable Zuordnung des Programmnamens

MC 43 : Beim externen Programmaufruf, die Zahl der variablen Zuordnungen, die in der Steuerung abgespeichert werden können

MC 44 :
- =0 Die Ausführung von G14 und G29 erfolgt wie in der Anleitung beschrieben. Sie kann nicht von außen beeinflusst werden
- =1 Die Ausführung von G14 und G29 erfolgt wie in der Anleitung beschrieben. Sie kann jedoch von außen beeinflusst werden

Kommunikation

MC 771 :
- =0 keine Satznummerprüfung
- =1 Prüfung auf gleiche Satznummern

MC 772 :
- =0 keine Syntaxprüfung des eingegebenen Satzes
- =1 Gültigkeitsprüfung des eingegebenen Satzes

MC 773 :
- =0 Satznummern < 9000
- =1 Satznummern >= 9000

14.5 Externe Auswahl eines Teileprogramms

Beim Einsatz automatischer Werkstückwechsler, z.B. Palettenstationen, muss ein neues Teileprogramm ohne Bedienereingriff aufgerufen und ausgeführt werden.

Die externe Teileprogrammauswahl bietet folgende Möglichkeiten:

- Zuordnen einer bestimmten Identifikation zu jedem Teileprogramm.
- Speichern der Identifikation des nächsten Programms während der Ausführung eines Teileprogramms.
- Aufruf des angeforderten Teileprogramms nach Abschluss des laufenden Programms (nach M30).
- Ausführen des Programms nach einem externen Startbefehl.

Die externe Auswahl eines Teileprogramms kann auf zweierlei Weise erfolgen:

1. FESTE ZUORDNUNG

Die letzten zwei Stellen der Identifikationsnummer des Teileprogramms werden über das Maschinenanpassteil in die Steuerung eingegeben.

Die Beziehung zwischen dem Aufspannungsnullpunkt C und dem Maschinennullpunkt Mi wird mit einer der Funktionen für die Nullpunktverschiebungen (G54 bis G59, G54 I[Nr.]) und Achsenwert setzen (G52) im Teileprogramm festgelegt.

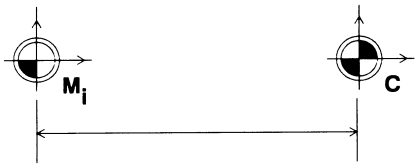
2. VARIABLE ZUORDNUNG

Dem Teileprogramm wird eine bestimmte dreistellige Identifikationsnummer zugeordnet. Die drei Ziffern werden über das Maschinenanpassteil in die Steuerung eingegeben.

Im sogenannten externen Programmaufrufspeicher der Steuerung werden folgende Daten abgelegt:

- Die genannte Kennummer (E-Wort). Das E-Wort liegt im Bereich 0 bis 999, d.h. es können 1000 Programme zugewiesen werden. Die E-Wörter werden nach steigenden Nummern im Speicher abgelegt. Über eine Maschinenkonstante wird festgehalten, wie viel Zuweisungen im Speicher abgelegt werden können.
- Die Identifikationsnummer (N-Wort) des Teileprogramms, das bei der Auswahl des E-Wortes aufgerufen wird.
- Die Palettenverschiebungen für die beim Werkstück verwendete Palette.

PALLETTENVERSCHIEBUNGEN BEI VARIABLER ZUWEISUNG



PALETTENVERSCHIEBUNGEN NB8613

Erklärung von der Zeichnung:

Die Palettenverschiebungen sind auf den sekundären Maschinennullpunkt Mi bezogen. Sie definieren den Aufspannungsnullpunkt C.

Nach einem externen Programmaufruf werden die Palettenverschiebungen in den Speicher für die Nullpunktverschiebungen unter G52 geladen, wobei diese Funktion automatisch aktiviert wird.

Wegen der automatischen Aktivierung von G52 empfiehlt es sich, jedes Teileprogramm mit G51 zu beenden. Dadurch wird vermieden, dass die Palettenverschiebungen aus einem vorherigen Programm im nächsten Programm verwendet werden.

Hinweis: Es sollen zwei Maschinenkonstanten gesetzt werden:

- eine zum Aktivieren des externen Programmaufrufs und zur Angabe der Zuweisungsart
- eine zur Angabe, wie viel Zuweisungen im Steuerungsspeicher abgelegt werden können.

INDEX

ABSOLUTMAßPROGRAMMIERUNG ... 57, 92, 109, 112, 290, 291, 396, 397
ACHSENBUCHSTABEN ... 64, 72, 316, 683
ACHSENKONFIGURATION ... 99, 102, 105, 356, 692
ACHSENTAUSCH ... 685
ALLGEMEINE INFORMATION ZUM PROGRAMMIEREN ... 5
ÄNDERUNGEN ... 1, 3, 4, 125, 381, 382, 497, 502, 662, 676, 686, 691
ANZEIGEFEINHEIT ... 693
ARITHMETIK FUNKTION
  abs ... 543, 545, 548
  arcos ... 3, 543, 547, 548
  arsin ... 3, 543, 547, 548
  artan ... 3, 333, 334, 543, 547, 548, 549
  ceil ... 3
  cosinus ... 67, 543, 547, 548
  floor ... 3, 543, 545
  Ganzzahlumsetzung ... 543
  int 543, 544, 545, 546, 548
  Maximum ... 543, 546
  Minimum ... 543, 546
  pi 543, 546, 547
  Radialwert (rad) ... 547
  Reziprokwert ... 545
  sign ... 3, 462, 464, 465, 467, 468, 543, 546
  sinus ... 543, 546, 547, 548
  sqrt ... 338, 543, 545, 548, 549
  Tangens ... 543, 547, 548
AUFMASSPROGRAMMIERUNG ... 125
AUFSPANNSTATION ... 11
AUSLESEACHSE ... 684
BEDIENER MASCHINENKONSTANTEN ... 469
BEDIENFELD ... 5, 7, 108, 183, 187, 188, 228, 541
BEDIENUNGSANLEITUNG 10, 155, 306, 363, 376, 501, 529, 534
BESCHLEUNIGUNGSFAKTOR ... 118, 119
BESCHLEUNIGUNGSMINDERUNG ... 118, 119
BLASLUFT ... 150, 330
BTR ... 7, 60
CAD ... 59, 113, 310, 311, 312, 316, 317, 319, 533, 686
CYCLE DESIGN ... 3, 4, 466, 493, 501
DATENKOMMUNIKATIONSPROGRAMM ... 502
DEFINIEREN VON KOORDINATEN ... 14
DRAHTMODELLGRAFIK ... 367, 373, 376
DREHBETRIEB 3, 98, 123, 302, 304, 372, 432, 435, 444, 553, 554, 555, 556, 557, 559, 562, 567, 568, 593, 594
DREHZAHLÜBERLAGERUNGSSCHALTER ... 476, 478
DREHZYKLUS
  G691 Unwucht messen ... 563
  G692 Unwucht kontrollieren ... 566
  G822 Zerspanen längs ... 569
  G823 Zerspanen plan ... 571
  G826 Zerspanen längs, schlichten ... 573
  G832 Ausdrehen längs ... 577
  G833 Ausdrehen plan ... 579
  G836 Ausdrehen längs, schlichten ... 581
  G837 Ausdrehen plan, schlichten ... 583
  G842 Einstechen axial ... 585
  G843 Einstechen radial ... 587
  G846 Einstechen axial, schlichten ... 589
  G847 Einstechen radial, schlichten ... 591
EBENEVERDREHUNG G7 ... 63, 70
EBENEVORSCHUB ... 437
ECKENFREIGABEABSTAND ... 238, 240, 687, 692
ECKENGENAUIGKEIT ... 60
EDITIERBETRIEB ... 387
EDITIEREN ... 8, 386
EINFAHRRAMPE ... 264, 693
EINFÜHRUNG ... 1, 17, 381, 493, 553, 679, 686
ENDPUNKTFENSTERS ... 388
ERSATZWERKZEUG ... 531, 532, 533, 535, 537, 538
ETHERNETVERBINDUNG ... 502
FERNSIGNALISIERUNG ... 693
F-FUNKTION ... 17, 25, 37, 54, 503
FMS-WERKZEUGSPEICHER ... 343, 347, 534
G0 EILGANG ... 21
G1 LINEARINTERPOLATION ... 24
G11
  Ein-Punkt-Geometrie ... 81, 82, 86, 87, 88, 89
  Zwei-Punkt-Geometrie ... 81, 82, 84, 86, 87, 91
  Zwei-Zug-Geometrie ... 81, 85, 86, 88, 93
G14 WIEDERHOLFUNKTION ... 95
G141 3D-WERKZEUGKORREKTUR ... 309
  Dynamischem TCPM ... 309
  Flächennormalvektor ... 311, 312, 313, 314, 316
  Nominaler Werkzeug ... 310
  TCPM ... 3, 309, 310, 311, 312, 314, 315, 316, 317, 319
  Tool Center Point Management ... 311
  Werkzeugvector ... 312, 313, 315, 316, 317, 319
G145 LINEARE MESSBEWEGUNG ... 321
G148 ABFRAGEN MESSTASTERSTATUS ... 340
G149 ABFRAGEN WERKZEUG- ODER NULLPUNKTVERSCHIEBUNG ... 342
G150 ÄNDERN WERKZEUG- ODER NULLPUNKTVERSCHIEBUNG ... 346
G17 BEARBEITUNGSEBENE ... 98
G174 WERKZEUG RÜCKZUGBEWEGUNG ... 349
G18 BEARBEITUNGSEBENE ... 101
G180 ZYLINDERINTERPOLATION AUFHEBEN ODER GRUNDKOORDINATENSYSTEM AKTIVIEREN ... 351
G182 ZYLINDERINTERPOLATION AKTIVIEREN ... 353
G19 BEARBEITUNGSEBENE ... 104
G195 GRAFIKFENSTERDEFINITION ... 362
G196 ENDE GRAFIKKONTURBESCHREIBUNG ... 364
G197/G198 ANFANG INNEN- /AUßEN KONTURBESCHREIBUNG ... 365
G199 ANFANG GRAFIKKONTURBESCHREIBUNG ... 373
G2/G3 KREISINTERPOLATION ... 35
  CCW ... 242, 244, 436, 511
  CW ... 242, 244, 436, 511, 556
  Gegenuhrzeigersinn 18, 19, 35, 45, 46, 48, 225, 244, 282, 287, 391, 396, 425
  Kreisbogenradius ... 40, 42, 45
  Kreisbogenwinkel ... 37, 42, 45, 50
  Kreisinterpolation ... 224, 686, 687
  Uhrzeigersinn 18, 19, 30, 35, 45, 47, 100, 103, 106, 110, 112, 146, 158, 225, 244, 265, 282, 287, 301, 396, 425
G22 MAKROAUFRUF ... 107
G23 HAUPTPROGRAMMAUFRUF ... 113
G25/G26 VORSCHUB- SPINDEL OVERRIDE ... 19, 115, 223
G27/G28 POSITIONIERFUNKTION ... 116
G29 BEDINGTER SPRUNGBEFEHL ... 120
G300 PROGRAMMIEREN VON FEHLERMELDUNGEN ... 432
G301 FEHLERMELDUNG IM EINGELESENEN PROGRAMM ... 434
G302 ÜBERSCHREIBEN RADIUSKORREKTUR PARAMETER ... 3, 431, 435, 560, 561
G303 M19 MIT PROGRAMMIERBARER RICHTUNG ... 436
G331 SCHREIBEN IN DIE WERKZEUGTABELLE ... 454
G339 SCHREIBEN PROGRAMMIERBARE KINEMATISCHEN ELEMENTE ... 457
G36 ANFANGEN/ BEENDEN DREHBETRIEB ... 123, 553, 555
G39 WERKZEUG AUFMAß AKTIVIEREN/DEAKTIVIEREN ... 124
G4 VERWEILZEIT ... 51
G40 KEINE WERKZEUGRADIUSKORREKTUR ... 128
G41/G42 WERKZEUGRADIUSKORREKTUR ... 132
G43/G44 WERKZEUGRADIUSKORREKTUR ... 143

G45 MESSEN EINES PUNKTES ODER WERKZEUGMAßEN 147
G46 MESSEN VOLLKREISES / MESSTASTERKALIBRIERUNG 156
G49 VERGLEICH DER TOLERANZWERTE 164
G50 VERRECHNUNG DER MESSWERTE 169
G51/G52 PALETTENNULLPUNKTVERSCHIEBUNG 19, 181, 183, 296, 297
G53/G54 NULLPUNKTVERSCHIEBUNG 19, 182
G61 TANGENTIALES ANFAHREN 191
G62 TANGENTIALES WEGFAHREN 196
G63/G64 GEOMETRIEBERECHNUNGEN 20, 201, 410, 412, 416, 424
G66/G67 AUSWAHL WERKZEUGRICHTUNG ..23, 104, 105, 224, 225, 252
G7 BEARBEITUNGSEBENE SCHWENKEN 61
G70/G71 MAßEINHEIT INCH/METRISCH 227
G72/G73 SPIEGELN UND SKALIEREN 20, 229, 296
G74 ABSOLUTPOSITION 237
G78 PUNKTEDEFINITION 246
G8 WERKZEUG SCHWENKEN
Ausgleichbewegung 63, 71, 72, 316
G9 POLPUNKT DEFINIEREN 74
G90/G91 ABSOLUT /INKREMENTAL-PROGRAMMIERUNG 18, 57, 74, 289, 290, 292, 359, 410, 412, 416
G92/G93 NULLPUNKTVERSCHIEBUNG ABSOLUTE ROTATION ..11, 19, 40, 41, 60, 184, 188, 231, 232, 233, 234, 246, 294, 295, 297, 315, 345, 352, 355, 357, 402, 406, 441, 472, 683
G94/G95 VORSCHUB IN MM/MIN ODER MM/UMDREHUNGEN 19, 223, 302, 359, 503, 557
G96/G97 KONSTANTE SCHNITTGESCHWINDIGKEIT . 304, 558
G98 GRAFIKFENSTERDEFINITION 305
G99 GRAFIK MATERIALDEFINITION 307
GEGENLAUFFRÄSEN 274, 281, 286, 425
GENAUHALT 117, 119, 510
GEOMETRIEBERECHNUNG 79
Gerade-Gerade 598, 599, 602, 605, 606, 643, 644
Gerade-Kreis206, 207, 598, 608, 610, 612, 625, 629, 643, 646, 650, 665
Kreis-Gerade206, 207, 598, 614, 616, 618, 630, 633, 643, 647, 665
Kreis-Kreis208, 598, 620, 622, 624, 634, 635, 643, 648, 667
Parallele Gerade 218
Schnittpunktberechnung 659
Tangentenpunktanzeiger 209, 598, 625
Verbindungskreisanzeiger 598, 643
GEWINDEFRÄSER 50
GEWINDENACHSCHNEIDEN 264
GLEICHLAUFFRÄSEN 274, 281, 286, 425
GRUNDKOORDINATENSYSTEM 351, 352, 357, 358, 360, 368, 377
GRUNDMESSBEWEGUNG..... 147, 148, 153, 157, 164, 169
H-(HILFS) FUNKTION 508
HANDBÜCHER 1
HAUPTACHSENKOORDINATEN 229
HELIX 192, 195, 197, 200, 223, 686
HOCHLEISTUNGSALGORITHMEN 686
IDENTIFIKATIONSNUMMER 695
INCH 18, 26, 27, 137, 227, 228, 302, 303, 357, 439, 453, 480, 496, 504, 506, 520, 521, 557, 558
INFRAROTTASTER 522, 693
JOGBETRIEBSARTEN 64
KALIBRIERDORN 471
KALIBRIERRINGES 161, 162, 521
KALIBRIERWERKZEUG 471, 472, 483
KARTESISCHE KOORDINATEN 14, 218, 292
KINEMATISCHES MODELL 682
KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB (F1=) 437, 503, 504
KONTURELEMENT 398
KONTURGENAUIGKEIT 4, 118, 119, 440, 686, 687
KOORDINATENKREUZ 65
KOORDINATENSYSTEM ..8, 11, 26, 184, 187, 188, 352, 353, 360, 361, 680
KÜHLMITTEL 109, 472, 474, 476, 515, 516, 517, 518
LASERSYSTEM
G600 Kalibrierung 470
G601 Vermessung der Länge 473
G602 Vermessung von Länge und Radius 475
G603 Einzelschneidenkontrolle 477
G604 Werkzeugbruchkontrolle 479
LOOK AHEAD FEED (LAF) 116, 118, 686, 687
MAGNETBANDKASSETTE 5
MASCHINENKONSTANTE ...26, 65, 356, 388, 395, 398, 469, 481, 486, 487, 554, 685, 692, 693, 694
MASCHINENREFERENZPUNKT 9
MAßSTABFAKTOR 232, 314
MESSTASTERKALIBRIERUNG 20, 156, 161
M-FUNKTION .. 17, 51, 65, 150, 223, 264, 310, 325, 330, 431, 448, 449, 509, 524, 532, 684
NACHBEARBEITUNGSMAKRO 386
NACHMESSDISTANZ 149, 150, 158, 159, 693
NOMINALFRÄSER 310
NOT-AUS 539
NULLPUNKTVERSCHIEBUNG
Erweiterte MC84>0 ..... 169, 182, 186, 342, 346
Standard MC84=0 ..... 169, 182, 342, 346
OVERRIDE
Vorschub 115
PALETTE 480, 695
POLARKOORDINATEN 15, 22, 25, 31, 41, 47, 74, 77, 97, 99, 102, 105, 217, 218, 247, 249, 290, 292, 297, 366, 368, 375, 410, 549, 597, 668
POSITIONIERLOGIK 22, 23, 31, 100, 103, 106, 116, 118, 119, 149, 158, 195, 200, 251, 315, 357, 440, 507, 684
PRINTDATEI 459, 462
PROGRAMMSÄTZE 7, 74, 97, 122, 247, 444, 445, 691
PROGRAMMWORT 544
PROGRAMMWÖRTER 6, 17
RAUMVEKTORS 680
REFERENZPUNKT 10, 11, 237, 238, 240, 450, 472, 682, 684
RUNDLAUFGENAUIGKEIT 562
SATZSUCHEN 466
SCHACHTELUNG 388
SCHACHTELUNGSTIEFE 385, 387
SCHNITTKRAFTÜBERWACHUNG .. 513, 526, 530, 532, 533, 538, 693
SCHNITTPUNKTANZEIGER 205
SCHWESTERWERKZEUGE 531, 537
S-FUNKTION 18, 529
SOFTWAREENDSCHALTER 350
SPEICHERVERWALTUNGSFEHLER 389
SPIEGELN 20, 60, 223, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 298, 314, 368, 382, 384, 402, 406, 441
SPINDELDREHZAHLBEREICH 524
SPIRALENINTERPOLATION 43, 140, 402, 406
SPIRALENSTEIGUNG 42, 43
SPLINE
Bezier-Splines 52, 53, 54, 56, 57
G6 Spline-Interpolation 52, 60
Krümmungsradius 58
Kubische Splines 53
Spline 20, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60
STANDARDKONFIGURATION 356
STELLACHSE 684
S-WORT 529, 536
SYNCHRONGRAFIK 60, 306, 363, 688
T-FUNKTION 17, 18, 530
TT130
G607 Werkzeuglänge vermessen 484
G608 Werkzeugradius vermessen 488
G609 Werkzeug komplett vermessen 490
Stylus 481, 486
UNIVERSALE TASCHE
G200 Anfang Taschenzyklus 381
G201 Anfang Taschenkonturzyklus 394
G202 Ende Taschenkonturzyklus 406

G203 Anfang der Taschenkonturbeschreibung 409
G204 Ende der Taschenkonturbeschreibung 412
G205 Anfang der Inselkonturbeschreibung 414
G206 Ende der Inselkonturbeschreibung 419
G207 Beschreibung der Inselkontur 422
Insel383, 385, 398, 407, 408, 415, 416, 417, 418, 420, 421, 422, 423, 429, 430, 689
Pseudo-Insel 382
UNIVERSELE TASCHE
G208 Beschreibung Kontur als Viereck 425
UNWUCHT
ARRnnnnn.CFG Datei 459, 460, 461
Tabelle lese Funktion 459, 461
Tabellenummer 461
Unwucht 3, 554, 562, 563, 564, 565, 566, 567
Wuchtvorschlag 565
VERGRÖßERN/VERKLEINERN ... 20, 60, 229, 230, 231, 232, 234, 239, 298, 368, 402, 406, 692
VERSION V410 ..... 1, 4, 26, 194, 198, 469
VERSION V420 ..... 1, 3, 313, 496, 497, 498, 543, 545, 548
VERSION V500 ..... 1, 3
VERSION V501 447
VORMESSDISTANZ 149, 155, 158, 163, 693
WERKSTÜCKNULLPUNKT 74, 75, 78, 423, 450, 553
WERKZEUGKORREKTUR ... 25, 72, 130, 132, 144, 309, 310, 311, 312, 314, 321, 322, 559, 561, 679
WERKZEUGMAßEN .. 133, 147, 150, 153, 155, 310, 311, 520
WERKZEUGWECHSEL 19, 64, 111, 125, 264, 315, 402, 406, 513, 526, 527, 528, 530, 531, 532, 535, 537, 538, 561
WORTWEISE 22, 25, 37, 289, 292
WÜRFELMESSSPITZE 520
ZYKLUS
G77 Lochkreiszyklus 241
G79 Zyklusaufruf 250
G81 Bohrzyklus 254
G83 Tieflochbohrzyklus 257
G84 Gewindebohrzyklus 262
G85 Reibzyklus 266
G86 Ausdrehzyklus 269
G87 Rechtecktaschenfräszyklus 272
G88 Nutenfräszyklus 278
G89 Kreistaschenfräszyklus 284